UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

TRABAJO FIN DE ESTUDIOS

Título

Proyecto de construcción de una planta industrial destinada a la selección de semillas de leguminosa

Autor/es

CRISTIAN BAÑARES SANTAMARÍA

Director/es

ESTEBAN FRAILE GARCÍA y Javier Ferreiro Cabello ,

Facultad

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Titulación

Grado en Ingeniería Mecánica

Departamento

INGENIERÍA MECÁNICA

Curso académico

2018-19

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE FIN DE GRADO

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería Mecánica

CURSO: 2018/2019 **CONVOCATORIA: SEPTIEMBRE**

TÍTULO:

PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA INDUSTRIAL DESTINADA A LA SELECCIÓN DE SEMILLAS DE LEGUMINOSA

AUTOR: Cristian Bañares Santamaría

DIRECTOR/ES: Esteban Fraile García
Javier Ferreiro Cabello

DEPARTAMENTO: Ingeniería Mecánica

ÍNDICE GENERAL DEL PROYECTO

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

DOCUMENTO 1: MEMORIA
"PROYECTO NAVE INDUSTRIAL"

Alumno: CRISTIAN BAÑARES SANATAMARÍA

Tutores: ESTEBAN FRAILE GRACÍA
JAVIER FERREIRO CABELLO

SEPTIEMBRE DE 2019

Resumen

El objetivo principal de este proyecto, es el diseño y construcción de una planta destinada a la selección y preparado de leguminosa, con todas las instalaciones necesarias para su correcto funcionamiento y optimizado del mismo. La planta está situada en Castañares de Rioja (La Rioja) y corresponderá al sector agroalimentario. Este proyecto surge como necesidad de ampliación de unas instalaciones ya existentes de menor tamaño con dificultoso acceso de maquinaria voluminosa y déficits en la producción. Con este proyecto se pretende tener una alta capacidad de elaboración de producto a la vez que se mejorarán los procesos a los que ha de estar sometida la materia prima, lo que supondrá menores periodos improductivo y mejora de la calidad del producto.

Abstract

The main objective of this project is the design and construction of a plant for the selection and preparation of legumes, with all the facilities necessaries for its proper functioning and optimization. The plant is located in Castañares de Rioja (La Rioja) and will correspond to the agri-food sector. This project arises as a need to expand existing facilities of smaller size with difficult access to bulky machinery and production deficits. This project is intended to achieve a high capacity to produce while improving the processes to which the raw material must be subjected, resulting in less unproductive periods and improvements in product quality.

ÍNDICE

Índice de Ilustraciones

Índice de Tablas

1. MEMORIA

1.1 Objetivo y Alcance del Proyecto

En el presente Proyecto se llevará a cabo el diseño y construcción de una planta industrial destinada a la selección y envasado de leguminosa, por lo que pertenecerá a la industria agroalimentaria. La planta constara 5500 m2 con 1250 m^2 de nave y 300 m^2 de oficinas y accesos, con el fin de ampliar y automatizar las instalaciones actuales.

El objetivo principal del este proyecto es el diseño estructural de la planta, y la correcta planificación del proceso, de tal manera que se facilite la correcta instalación y funcionamiento en la misma. Para esto, se optará un diseño en el que prevalecerá la distribución en planta y por tanto el proceso seguido de la materia en las diferentes etapas de producción.

El motivo fundamental del actual proyecto, es la necesidad por parte del promotor de la creación de la planta en el exterior del municipio, de manera que se facilite la entrada y salidas de mercancías a la misma, ya que actualmente se encuentran en una nave con grandes dificultades de acceso de vehículos voluminosos, de esta manera se facilitara y mejorará la logística.

En el presente proyecto queda fuera del alcance, el diseño de las instalaciones auxiliares de la planta, como: Instalación eléctrica, abastecimiento de aguas, saneamiento y recogida de aguas pluviales, así como el estudio básico de Seguridad y Salud y Estudio de impacto ambiental.

1.2 Ficha Urbanística

La nave proyectada se ubicará en el Término Municipal de Castañares de Rioja (La Rioja), en un conjunto de tres parcelas.

Lo datos de localización son los siguientes:

Datum	Latitud	Longitud	Huso UTM	Coord. X	Coord. Y
ETRS89	42º30´36´´N	2º55´21´´W	30	506373.78	4706403.17

Tabla1: Emplazamiento

Integrado por las siguientes parcelas:

- Parcela 626 con 0,4726 ha y referencia catastral: 26043A506006260000EK
- Parcela 7032 con 0,0996 ha y referencia catastral: 26043A506070320000EP
- Parcela 7031 con 0,0114 ha y referencia catastral: 26043A506070310000EQ

Todas pertenecientes al Polígono 506 del municipio, formando en su conjunto una parcela de 0,5836 ha es decir 5836 metros cuadrados con unas dimensiones aproximadas de 109,08 * 55,5 metros.

Estas parcelas pertenecen actualmente a la clase de suelo Rústico con categoría de suelo urbanizable no delimitado y uso principal agrario, colindantes a parcelas urbanas y por tanto urbanizables conforme el artículo 13 del Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana, exentas de ninguna limitación de régimen especial incompatible por el cual no puedan ser objeto de trasformación.

1.3 Plan de Ordenación Urbana

1.3.1 Normas Urbanísticas Reguladoras

Las normas Urbanísticas reguladoras por las cuales se regirá el proyecto y construcción de la planta, según la normativa del Plan General Municipal de acuerdo al artículo 53 de la Ley 10/98, de 2 de julio, de Ordenación de Territorio y Urbanismo de la Rioja, en su ámbito de aplicación en el término municipal de Castañares de Rioja serán las siguientes:

- Capítulo 2

Artículo 7 – Conceptos: El proyecto pertenece a la Categoría "B" de Uso Industria y almacenaje, en concreto al subgrupo B.4. Industrias menores de manipulación y primera trasformación de productos agrarios, regulado en el artículo 13 de las N.U.R por el que corresponden a industrias menores de manipulación y transformación de productos agrarios. Corresponden a industrias de pequeña entidad, en cuanto a actividad, volumen de elaboración y medios mecánicos se refiere.

- Capítulo 3

*Artículo 23:*Parcela mínima edificable

1º La parcela deberá cumplir la condición de solar según el artículo 10 de la Ley de Ordenación del Territorio Urbanístico de La Rioja, por ello cuando se solicite la condición de solar, deberá cumplirse la ejecución simultanea de la urbanización durante el plazo de construcción de la nave.

2º El frente mínimo de fachada a la vía pública, ha de ser como mínimo de 4,50 metros. Y se deberá cumplir como mínimo en los 8 primeros metros del fondo edificable.

3º La superficie mínima edificable serán 60 m^2

Artículo 34: Condiciones generales de Urbanización

Se dispondrá la urbanización según las Normas Urbanística Regionales siempre y cuando no se entre en contradicción con cualquier determinación del plan general.

Artículo 36: Normas generales de Urbanización

Para el abastecimiento del agua la presión mínima en punto de consumo más desfavorable ha de ser de 1 atmósfera, la red será mallada para evitar el desabastecimiento en caso de averías y se colocarán llaves de paso registrables en la vía pública en cada acometida domiciliaria.

Las acometidas se realizarán a costa de particulares interesados, previa obtención de las correspondientes licencias municipales, además todas las conducciones serán subterráneas.

Para el saneamiento las conducciones serán subterráneas y han de colocarse siempre a un nivel inferior al abastecimiento de agua, por otro lado, se colocarán sumideros para el agua de lluvia cada 600 m^2 y/o 50 metro de separación.

Para la energía eléctrica en suelo urbano y en suelo urbanizable el tendido será en baja tensión subterráneo tanto en el servicio parcelario como alumbrado público en la zona urbanizable.

Igualmente, las redes telefónicas han de ser subterráneas permitiéndose la red aérea en el entorno de la edificación.

Artículo 37: Zonificación

La parcela pertenece a la Zona 6: Zona de Edificación Industrial con usos: Industrial y compatibles.

37.07- Uso Industrial

Se permitirá alineaciones de retranqueos que el desarrollo de la actividad requiera, previa justificación.

La altura máxima de cornisa será de 9:00 metros con carácter general, pudiendo superar esta altura la cubierta del edificio, además de chimeneas de ventilación y evacuación de gases o instalaciones industriales que así lo requieran.

La altura máxima de la cumbrera será como máximo de 4 metros sobre la cornisa.

Para cuerpos volados se permite un vuelo máximo de 0,80 metros sobre la alineación.

La edificabilidad máxima será de 1 m^2t/m^2s y ocupación máxima de parcela será el 75% de la superficie de la misma.

Los retranqueos mínimos a parcelas colindantes serán de 3 metros como mínimo, pudiendo reducir este valor a 1,5 metros o sin retranqueo por acuerdo mutuo entre colindantes, refrentado por escritura pública registrada previa solicitud de licencia, con respecto a los viales no se indica ningún retranqueo dada la configuración de parcelas quedando libre del mismo.

La superficie mínima de parcela será de 200 m^2 y las parcelas serán indivisibles.

El cerramiento del perímetro ha de ser de 1.8 metros como mínimo y de 2.2 metros como máximo.

Condiciones según actividades:

La edificación y sus instalaciones cumplirán la normativa municipal específica existente para cada actividad y Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y peligrosas, en su caso, así como el reglamento General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

La Implantación de actividades Industriales recogidas en el Anexo I, apartado 2 del Título II de la Normativa del Plan Especial de Protección del Medio

Ambiente Natural de La Rioja se regirá por lo dispuesto en la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, de Evacuación de Impacto Ambiental.

1.3.2 Justificación Urbanística

Para la Energía eléctrica se optará por suministro en baja tensión mediante la creación de la acometida subterránea y línea de baja tensión, frente la opción de trasformación de la energía directamente suministrada de la línea eléctrica en alta tensión con posible instalación a escasos 20 metros de la parcela

En cuanto a saneamiento y evacuación de aguas se optará por la construcción de una línea mediante zanjas desde el punto más cercano a la parcela. En este caso se contaban con dos alternativas constructivas dado la proximidad a dos ramales accesibles, pero dada el futuro progreso de la zona se optará por la alternativa 1 dada su mayor facilidad y correcta instalación de conductos y líneas subterráneas

Ilustración1-2: Alternativas de acometidassubterraneas

1.4 Influencia del proyecto en el sector agroalimentario

Actualmente el sector agroalimentario en España supone un 11% del Producto Interior Bruto del país, lo que supone un importante beneficio económico debido a los privilegios climáticos con los que cuenta, algo que favorece la exportación de sus productos principalmente a países europeos.

El sector de la leguminosa en concreto, es un sector marcado por el gran aumento de la importación de diferentes variedades de poco valor monetario, pero no obstante se mantiene las variedades de mayor calidad lo que supone la producción en terrenos nacionales.

El presente proyecto se centrará en la semielaboración y venta de esta materia a nivel nacional e internacional, por lo que la creación de unas instalaciones adecuadas es indispensable para satisfacer las exigencias actuales del mercado.

Se ha de resaltar el actual aumento de la demanda de productos ecológicos que está sufriendo el mercado y su importancia y beneficios para la salud, lo que generará una apuesta importante por este tipo de productos. Todo esto conlleva la necesidad de construir la presente nave, de cara a estas necesidades en el sector de la leguminosa.

1.5 Normas y Referencias

1.5.1 Normativa básica en Edificación

- CTE-DB-SE: Código Técnico Edificación- Documento Básico- Seguridad Estructural.
- CTE-DB-SE-AE: Código Técnico Edificación- Documento Básico- Seguridad Estructural- Acciones en la Edificación.
- CTE-DB-SE-C: Código Técnico Edificación- Documento Básico- Seguridad Estructural-Cimientos.
- CTE-DB-SE-A: Código Técnico Edificación- Documento Básico- Seguridad Estructural- Acero.
- Real Decreto 751/2011 de 27 de mayo, por el que se aprueba la Instrucción de Acero Estructural (EAE)
- EHE-08: Instrucción Española del Hormigón Estructural.
- Plan General de Ordenación Urbana de Castañares de Rioja

1.5.2 Normativa de Abastecimiento de Agua y recogida de vertidos

- CTE-DB-HS: Técnico Edificación- Documento Básico- Salubridad.

  HS 4: Suministro de Agua

  HS 5 Evacuación de Aguas

- Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establece los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
- Real Decreto 06/2003, de 23 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos preliminar,I, IV, V, VI y VIII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Plan General de Ordenación Urbana de Castañares de Rioja

1.5.3 Normativa de Uso de suelos

- Ley 5/2006, de 2 de mayo, de Ordenación del Territorio y Urbanismo de La Rioja
- Normas Urbanísticas Regionales de La Rioja (NUR 2007)
- Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación regeneración y renovación urbanas.
- Plan General de Ordenación Urbana de Castañares de Rioja

1.5.4 Normativa Industrial Agroalimentaria

1.5.4.1 Registro Agroalimentario

- Real Decreto 191/2011, de 18 de febrero, sobre Registro General Sanitario de Empresas Alimentarias y Alimentos

1.5.4.2 Seguridad Alimentaria

- Decreto 2484/1967, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el texto del Código Alimentario Español.
- Decreto 2519/1974, de 9 de agosto, sobre entrada en vigor, aplicación y desarrollo del Código Alimentario Español.
- Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad.
- Real Decreto 1418/1986, de 13 de junio, sobre funciones de Ministerio de Sanidad y Consumo en materia de sanidad exterior.
- Ley 11/2001, de 5 de julio, por la que se crea la agencia Española de Seguridad Alimentaria
- Ley 17/2011, de 5 de julio, de seguridad alimentaria y nutrición.
- Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos.

- Real Decreto 19/2014, de 17 de enero, por el que se refunden los organismos autónomos Instituto Nacional de Consumo y Agencia Española De Seguridad Alimentaria y Nutrición en un nuevo organismo autónomo denominado Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición y se aprueba su estatuto.
- Real Decreto 227/2014, de 4 de abril, por el que se aprueba el Estatuto de Agencia de Información y Control Alimentarios.

1.5.4.3 Leguminosas

- Decreto 2484/1967, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el texto de Código Alimentario Español

1.5.5 Normativa Medioambiental

- Plan Especial de Protección del Medio Ambiente Natural de La Rioja (P.E.P.M.A.N.)

1.6 Estudio Geotécnico

1.6.1 Introducción

En el presente proyecto se realizará un estudio geotécnico analizando las características mecánicas y comportamiento del terreno, sentando las bases para el perfecto establecimiento de la cimentación.

La normativa por la que se guía es la DB-SE-C: Código Técnico Edificación-Documento Básico- Seguridad Estructural-Cimientos.

1.6.2 Reconocimiento del Terreno

A efectos de reconocimiento del terreno, la unidad a considerar es el edifico de la nave junto con las oficinas y sobre su conjunto clasificáremos la construcción y el terreno según las tablas 3.1 y 3.2 del DB-SE-C.

- El tipo de construcción según tabla 3.1 es C-1 (Otras construcciones de menos de 4 plantas).
- Grupo de terreno según tabla 3.2 es T-1 (Terrenos favorables: aquellos con variabilidad, y en los que la práctica habitual en la zona es el de cimentación directa mediante elementos aislados).

Con carácter general el mínimo de puntos a reconocer será de tres. En la tabla 3.3 se recogen las distancias máximas d_{max} entre puntos de excavación que no se debe sobrepasar y las profundidades orientativas P bajo el nivel de excavación.

Entrando en la tabla con los datos anteriores de C-1 y T-1, nos da una d_{max} de 35 metros de separación y una P de 6 metros de profundidad.

De la siguiente tabla 3.4 obtenemos el número mínimo de sóndenos mecánicos y porcentaje de sustitución por pruebas continuas de penetración, en este caso 1 sondeo mecánico como mínimo y 70 % de sustitución por pruebas continuas de penetración.

1.6.3 Trabajos Realizados

Los trabajos de investigación se planificarán según la recogida de una muestra en el laboratorio que posteriormente analizaremos y la penetración de tres sondeos mecánicos situados en triangulación a lo largo de la construcción de la nave.

Para la adecuada recogida de la muestra de tierra inalterada, en primer lugar, se selecciona la localización correcta en el centro de la construcción. Posteriormente se retiró la capa superior del terreno (15 cm), aproximadamente de 0.6 metros cuadrados de superficie.

Tras la limpieza se procedió a retirar los restos de materia orgánica de los cultivos de la parcela (hojas, rastrojo, etc…), se procedió a excavar 4 zanjas alrededor del cubo deseado de aproximadamente 30 cm de profundidad.

Una vez acabadas, se talló la base del cubo y finalmente se extrajo el cubo, se envolvió en una bolsa de plástico para evitar que perdiera la humedad y se guardó en una caja de cartón.

Ilustración1-3: Situación de SondeosenParcela.

Se ha destacar que debido a que el presente proyecto tiene carácter educativo estos 3 sondeos no se realizarán por falta de medios y por tanto tampoco se podrán analizar sus resultados.

1.6.4 Caracterización Geológica-Geotécnica

En primer lugar, se analizará la tipificación del suelo por parte de la localidad sobre el que se desea construir.

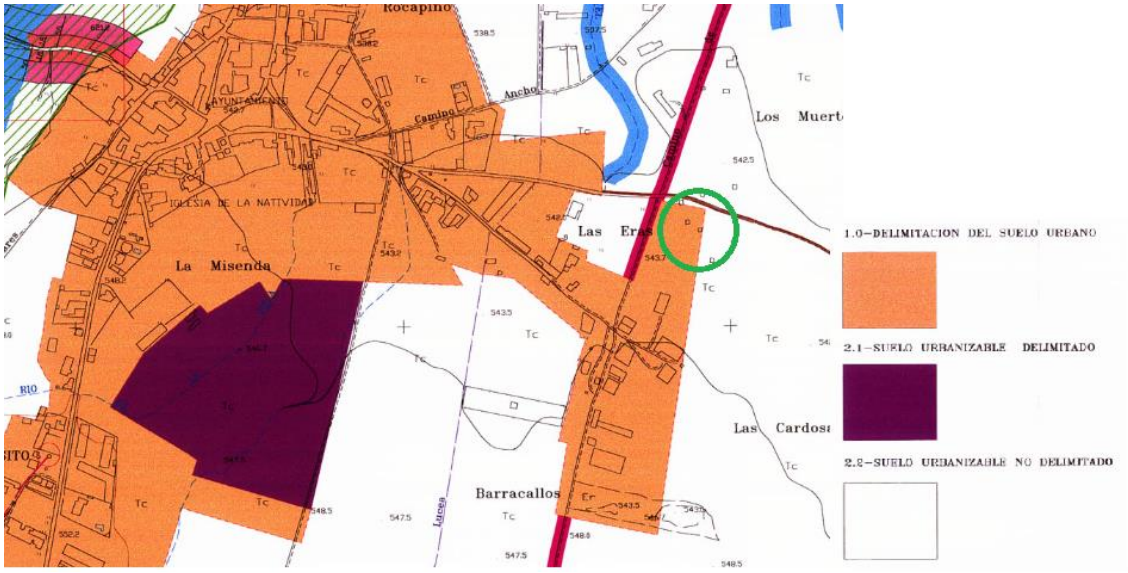


Ilustración1-4: Clasificación del Suelo

Los Planos de clasificación del suelo obtenidos del sistema de información urbanística de Castañares de Rioja, nos muestran que parte de la parcela está tipificada como suelo urbano y parte tipificado como suelo urbanizable no delimitad, por tanto, no es una zona protegida y no tendremos problema para desarrollar el proyecto.

En calidad y seguridad del suelo a construir, tendremos que estudiar los siguientes factores para que la construcción sea segura:

1.6.4.1 Nivel freático

La zona de estudio se encuentra en la cuenca baja del rio Oja, en su denominado cuarto tramo desde Villalobar de Rioja hasta su desembocadura en

el río Tirón, rio que trascurre por un valle abierto con un cauce sinuoso. Debido a que nos encontramos muy próxima a la cuenca del rio, existe alto riesgo de existir masas de agua subterránea, por ello se estudiarán los acuíferos existentes en la zona y el impacto que tendrá sobre la construcción.

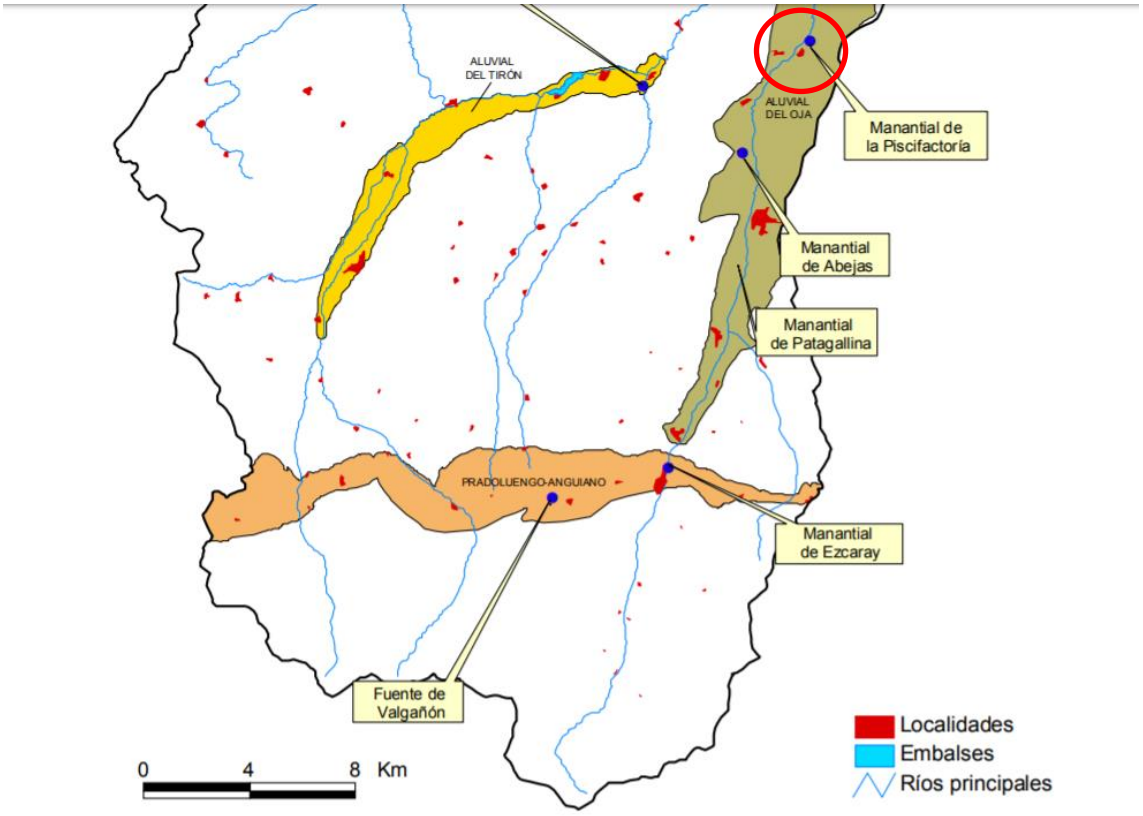


Ilustración1-5: Masas de aguasubterranea y principalesmanatiales de la cuenca del rioOja y Tirón

Se observa que el aluvial del Oja comprende el tramo medio y final del río, formando depósitos aluviales a su paso. La recarga se produce por infiltración directa del rio y de los barrancos laterales, y en menor medida por la lluvia sobre el cauce, lo que supone una alta vulnerabilidad de este acuífero ya que el nivel piezométrico se encuentra cercano a la superficie.

Este acuífero está constituido por la terraza más baja del río Oja, con espesor medio de 12 m, por ello en la zona existe gran concentración de captaciones de aguas subterráneas, siendo numerosos los pozos ahí instalados,

Con todo lo anterior expuesto Podemos afirmar que no existe riego sobre la construcción de la planta, siempre y cuando no se contemplen excavaciones subterráneas. En este caso las zapatas no superarán la cota -1 m por lo que no existe riesgo.

1.6.4.2 Agresividad del terreno y del agua al hormigón

Realizados los sondeos y una vez extraídas las muestras, se analizarán y se comprobará la inexistencia de sulfatos en ella, ya que son los principales agentes agresivos para la cimentación.

1.6.5 Ensayos de Laboratorio

Se realizará un pequeño resumen de los diferentes ensayos realizados en el laboratorio de la muestra de tierra inalterada con los cuales de obtendrá una caracterización del terreno.

1.6.5.1 Ensayo Granulométrico

En este ensayo se estudiará la curva granulométrica, que determina los tantos por ciento de suelo que pasan por los distintos tamices en el ensayo.

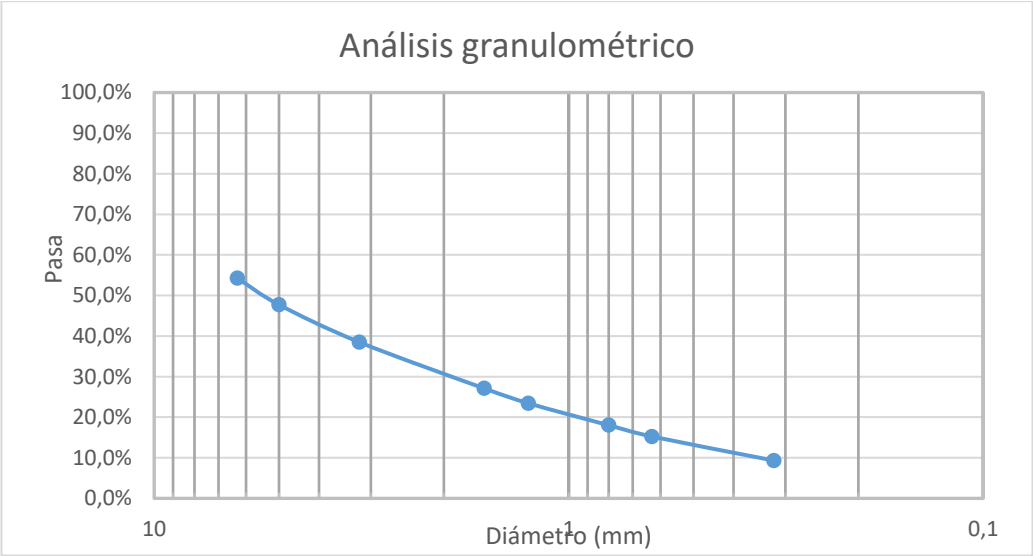
Con este ensayo se busca conocer la ordenación de las diversas fracciones de los suelos en función del tamaño de sus partículas, según la norma NLT-104/91 "Granulometría de suelos por tamizado".

Los datos obtenidos son los siguientes:

Diámetro (mm)	Peso (g)			% pasa
	Tamiz	Tamiz+tierra	Tierra	
6,3	557,82	1552	994,18	54,2%
5	545,63	687,2	141,57	47,7%
3,2	537,5	738,1	200,6	38,5%
1,6	510,34	757,7	247,36	27,1%

1,25	465,79	545,78	79,99	23,4%
0,8	450,93	568,45	117,52	18,0%
0,63	446,53	506,65	60,12	15,3%
0,32	422,28	551,02	128,74	9,3%
Base	366,31	568,91	202,6	

Con estos datos se puede obtener la curva granulométrica que quedaría tal que así:



Hay que destacar que en este caso casi la mitad de la tierra no ha llegado a pasar el primer tamiz mostrando que es un suelo con mucha grava. Esto además a implicado que el valor D60 (Diámetro de partícula, en mm, menor en el 60% de la tierra) haya tenido que ser estimado.

Los valores obtenidos de la gráfica son los siguientes:

D60	**D30**	**D10**
7,2 mm	2 mm	0,32 mm

Con estos valores se determina la uniformidad del suelo mediante la siguiente fórmula:

$$U = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

Obtenemos un **coeficiente de uniformidad de 2,25**, por lo que se considera un suelo mal graduado.

Para calcular el coeficiente de curvatura se utiliza la siguiente fórmula:

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

Obtenemos una **curvatura de 1,736**, por lo que tiene una forma más o menos rectilínea.

1.6.5.2 Límite líquido

El presente ensayo tiene por objetivo la determinación del límite líquido del suelo. El límite líquido es aquel punto en el que el suelo pasa de un estado plástico a un estado líquido.

Esta propiedad se determina en el laboratorio mediante la norma NLT 105/91 "Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de Casagrande", que se detalla a continuación:

Ilustración1-6: Aparato de Casagrande

Muestra	Nº de Golpes	Masa húmeda (g)	Masa seca (g)	% Humedad
1	22	51,91	36,79	29,13

2	40	49,19	37,11	24,57

Tabla2: Ensayo Límite Líquido

De forma que se obtiene un límite líquido de 27%.

W_L = 27%

1.6.5.3 Límite Plástico

El objetivo de este ensayo consiste en determinar la humedad más baja con la que puede formarse un suelo, es un método poco exacto, ya que se determina, en gran parte, bajo el propio criterio de la persona que realiza el ensayo.

Para determinar el límite plástico del suelo se utiliza la norma NLT-106/91 "Determinación del límite plástico de un suelo"

Muestra	Masa húmeda (g)	Masa seca (g)	% Humedad
1	1,63	1,28	27,3
2	1,73	1,49	16,10

Tabla3: EnsayoLímitePlástico

Para realizar el cálculo de la humedad se ha utilizado la siguiente fórmula:

$$Humedad = \frac{M_h - M_s}{M_s}$$

Realizando la media aritmética de las muestras obtenemos un **límite plástico de 21,7**

1.8.1.6Índice de Plasticidad

De esta forma, se puede obtener el índice de plasticidad, como la resta entre el límite líquido y el límite plástico:

$$I_p = w_L - w_P = 27 - 21{,}7 = \mathbf{5{,}3}$$

1.6.5.4 Ensayo Endométrico

El objetivo de este ensayo es medir a compresibilidad del terreno mediante un aparato llamado edómetro, este determina la velocidad y grado de asentamiento que experimenta una muestra de suelo arcilloso saturado al someterla a una serie de incrementos de presión o se carga.

Este fenómeno de consolidación se origina debido a que si un suelo está saturado de carga el agua existente en los poros absorberá parte de dicha carga puesto que esta es incompresible, pero con el tiempo el agua saldrá y el terreno irá absorbiendo esa carga progresivamente. Este proceso de absorción de carga produce cambios ve volumen.

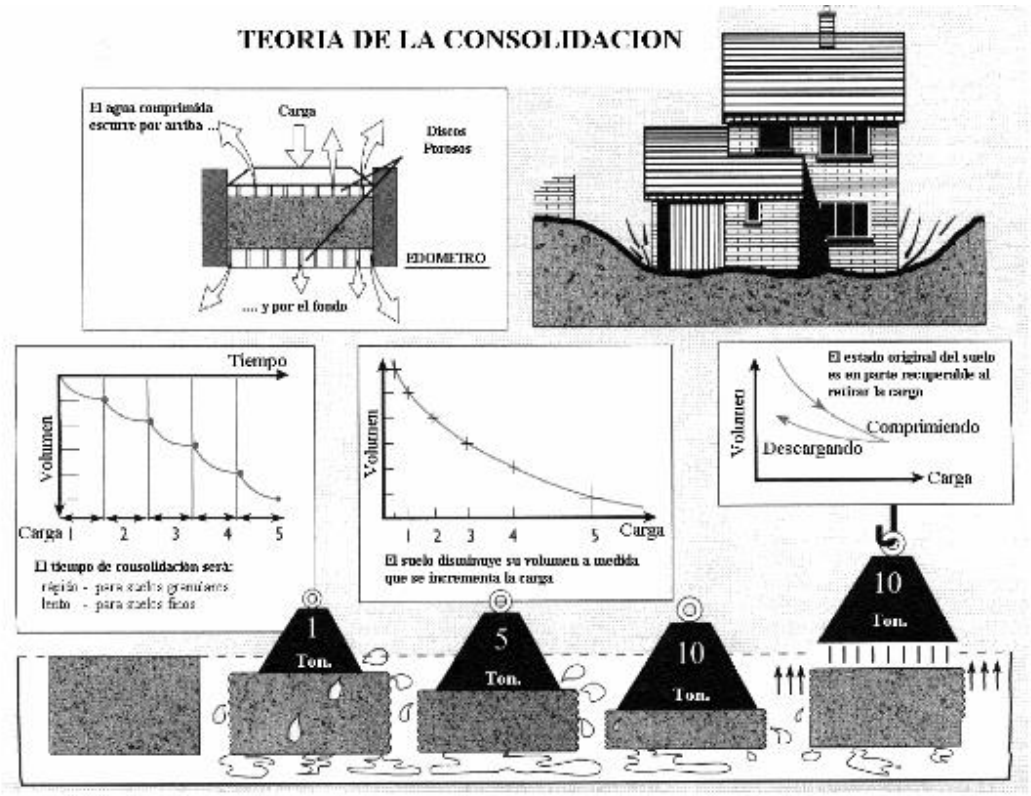
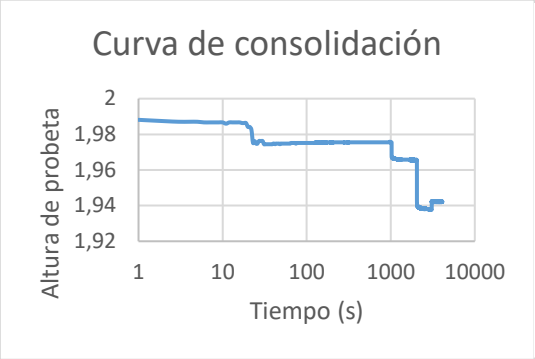
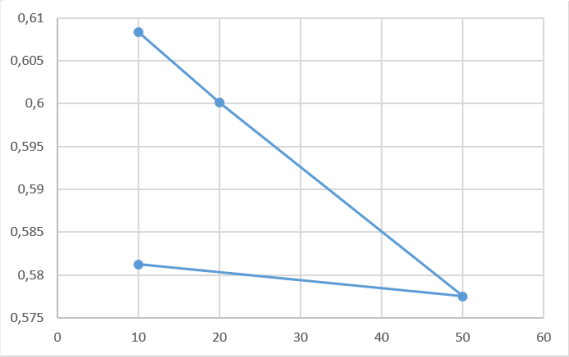


Ilustración1-7: Teoria de la Consolidación

Los datos obtenidos en el laboratorio por la maquina endométrica fueron:

Curva de Consolidación y Curva Endométrica





PROPIEDADES FÍSICAS COMUNES DE SUELOS

Material	Compacidad	Índice de poros (e)
GW: Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena	Densa Medianamente densa Suelta	0.22 0.28 0.36
GP: Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arena	Densa Medianamente densa Suelta	0.33 0.39 0.47
SW: Arenas bien graduadas, arenas con grava	Densa Medianamente densa Suelta	0.43 0.49 0.57
SP: Arenas mal graduadas, arenas con grava	Densa Medianamente densa Suelta	0.52 0.60 0.65
SM: Arenas limo-sas	Densa Medianamente densa Suelta	0.62 0.74 0.80
ML: Limos inorgá-nicos, arenas muy finas	Densa Medianamente densa Suelta	0.80 0.90 1.00

Después de realizar la curva endométrica, observamos que el dato de poros ronda entre 0,58 y 0,61, por lo que según la tabla se trata de una arena mal graduada, arena con grava de compacidad medianamente densa(SP).

1.6.5.5 Resistencia del terreno

Para obtener la resistencia que el terreno podrá soportar con seguridad se han de realizar diferentes ensayos de penetración estándar (SPT), con los cuales se observará que la resistencia del terreno varía con la profundidad. Debido a que no se disponen de medios suficientes para realizar este tipo de ensayos, se

aproximará la resistencia del terreno según el tipo de suelo obtenido en los ensayos de laboratorio.

Como disponemos de un suelo de arena mal graduada (SP) según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), se aproximará que la presión máxima admisible para una profundidad de cimentación de 0,8 m será de 2kg/cm^2.

1.7 Diseño estructural

1.7.1 Descripción general

Para la construcción de naves industriales es típico recurrir a pórticos para constituir la estructura principal, uno de los datos principales a tener en cuenta para su diseño, es la inclinación de la cubierta, dado que, a mayor inclinación, mayor carga soportan los pilares, pero por contra a menos fuerzas está sometido el dintel.

Por otro lado, aunque el aumento de inclinación parezca más favorable para reducir la sección del dintel, hay que tener muy en cuenta que la mayor inclinación supone mayores esfuerzos producidos por las acciones del viento debido al aumento de sección transversal.

En este caso se contará con pórticos con apoyos empotrados, que normalmente son los más usado dado que logran mejores equilibrios frente a flexión por cargas horizontales aun sacrificando el momento flector nulo en los apoyos.

Las principales características estructurales de la planta son:

- Pórticos Intermedios:
  - Pórticos metálicos compuestos por una celosía Americana de 8 tramos a cada lado.
  - Pendiente: 10%
  - Luz: 25 metros.
  - Longitud de nave: 50 metros
  - Número de vanos 8 (10 pórticos).
  - Altura de pilares: 8 metros.
  - Altura de cumbrera: 10,2 metros.

- Distancia entre correas laterales y en cubierta: 1,55 metros.

o Pórticos Extremos:

- Pórticos metálicos a dos aguas.
- Luz: 25 metros.
- Altura de pilares: 8 metros.
- Pendiente: 10%
- Altura de cumbrera: 10,2 metros.
- Arrostramiento: Cruces de San Andrés situadas en los pórticos extremos y colocada tanto en fachada como en cubierta.
- Distancia entre correas laterales y en cubierta: 1,55 metro

o Oficinas de Hormigón

- Pilares de hormigón armado HA-25/B/20/IIa de 8 metros
- Forjados Unidireccionales aligerados de 25 cm de espesor
- Cubierta plana Aislada con grava superior.
- Dimensiones de oficinas: 12,5x12,5 metros (156,25 m^2 de superficie por 2 plantas)

1.7.2 Elementos Estructurales

Para el dimensionamiento de los elementos estructurales, partimos de los datos de geometría estructural detallados en el apartado anterior y de las siguientes solicitaciones de obra y las descritas en los anexos.

- Datos de Nieve

Perfiles Laminados: CTE, Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m

Desplazamientos: Acciones características

- Datos de viento

  Normativa: CTE DB SE-AE (España)

  Zona eólica: B

  Grado de aspereza: II. Terreno rural llano sin obstáculos

  Periodo de servicio (años): 50

  Profundidad nave industrial: 50.00

  Sin huecos.

- Datos de nieve

  Normativa: CTE DB-SE AE (España)

  Zona de clima invernal: 2

  Altitud topográfica: 540.00 m

  Cubierta sin resaltos

  Exposición al viento: Normal

- Tipo de Acero

Materiales utilizados							
Material		E (kp/cm²)	ν	G (kp/cm²)	f_y (kp/cm²)	$\alpha_{\cdot t}$ (m/m°C)	γ (t/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850

Notación:
E: Módulo de elasticidad
ν: Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
f_y: Límite elástico
$\alpha_{\cdot t}$: Coeficiente de dilatación
γ: Peso específico

Ilustración 1-8: Tipo de Acero

- Tipo de Hormigón

Elemento	Hormigón	f_{ck} (MPa)	γ_c
Todos	HA-25	25	1.50

Árido		E_c (MPa)
Naturaleza	Tamaño máximo (mm)	
Cuarcita	15	27264

Ilustración1-9: Tipo de Hormigón

1.7.2.1 Perfiles Metálicos

Los perfiles metálicos serán los elementos que construirán la estructura de la nave, estos aportan la resistencia y rigidez necesarias a la estructura para soportar las cargas, en el mercado existen infinidad de perfiles metálicos y para este proyecto se utilizaran los siguientes:

- Pilares pórticos Interiores: HE 320 A
- Pilares pórticos Exteriores: HE 360 A
- Jácenas: Cuadradillo tubular RHS 200x100x10 mm
- Dintel pórticos Exteriores: HE 200 A

- Correas en Cubierta: #20.0x7.0x16.13
- Correas Laterales: #20.0x7.0x16.13
- Arriostramientos Laterales: Tubular macizo R22
- Arriostramientos en cubierta (Tirantes): Tubular macizo R22
- Celosías:
  - Cordón Superior: RHS 200x100x10 mm
  - Cordón Inferior: RHS 200x100x10 mm
  - Cordones Diagonales: SHS 70x4 y SHS 90x4

Las características principales de cada uno de los perfiles son:

- Perfiles HE: Son usado para soportar cargas a compresión debido a su buen comportamiento sobre la esbeltez en ambos ejes, es por ello que comúnmente son usado en pilares, poco recomendables para trabajos a flexión debido a su elevado peso.

Se denominan H debido a que su sección con forma de H, producido por un alma y dos alas anchas.

En este caso se usó HEA debido a que son más ligeros que los HEB.

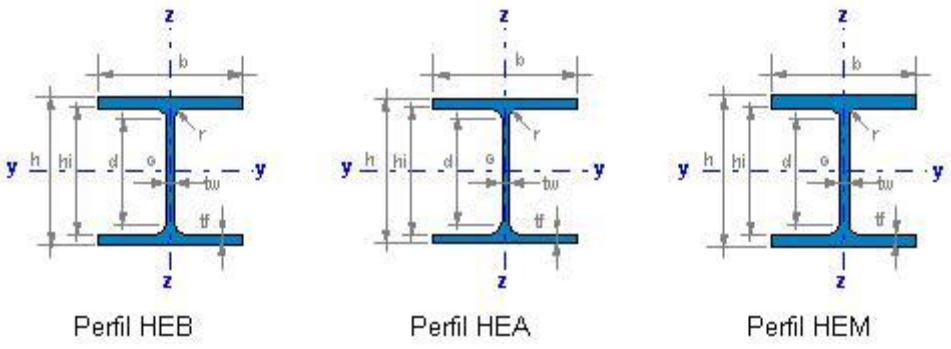
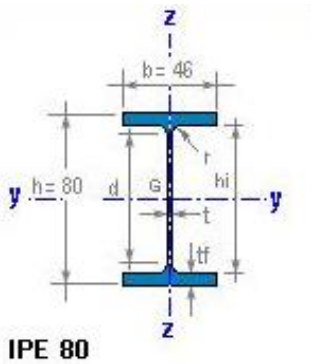
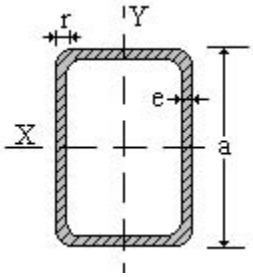


Ilustración1-10: Perfilestipo HE

- Perfiles IPE: Son los más utilizado para soportar esfuerzos a flexión debido a su buen comportamiento bajo este tipo de solicitaciones, esto se debe a su mayor dimensión en uno de los ejes del perfil, dotándolo así de un menor peso que otros perfiles soportando grandes cargas en esa dirección.



- Perfiles tubulares macizos: El uso de estos perfiles es muy variado, pero en este caso han sido usados como tirantes de arriostramiento, debido a su facilidad de instalación y ligereza. Son perfiles muy resistentes sometidos a
- esfuerzos de tracción
- Perfiles Huecos: Usados para la construcción de la celosía, soportan muy bien esfuerzos de tracción y compresión a la vez que aligeran la estructura, por ello es una opción muy recomendable en estos casos.



1.7.2.2 Uniones

Las uniones aseguraran el correcto ensamblaje de piezas para conferirles la rigidez y continuidad necesarias. Para la unión entre piezas metálicas de la estructura solamente se puede elegir entre dos opciones disponibles: realizar las uniones mediante elementos atornillados o realizar soldaduras para unir las piezas. Se están haciendo investigaciones en el campo de las uniones adhesivas mediante resinas, pero todavía no se ha logrado una rigidez en la unión comparable a las dos anteriores.

En nuestro caso vamos a emplear uniones soldadas puesto que presenta las siguientes ventajas frente a las uniones atornilladas:

- El tiempo de preparación es menor que en el caso de las uniones atornilladas.
- Las uniones prácticamente no se deforman y son estancas.
- Las uniones son más sencillas y tiene mejor apariencia.

La soldadura más usada es la de fusión con electrodo fusible, y esta es la que se emplea en la nave industrial. Este método consiste en la unión de dos piezas mediante la utilización de un cordón de metal fundido que proviene del electrodo. Para no permitir que el baño de fusión se oxide en contacto con el aire, se lo protege con una envoltura gaseosa.

El tipo de protección determina distintos tipos de soldadura, a saber:

- Soldadura manual.
- Soldadura Semi-Automática.
- Soldadura Automática.
- Otros sistemas de unión por soldadura.

1.7.2.3 Cimentación

La cimentación de la nave y las oficinas estará formada por un conjunto de zapatas y vigas de atado de hormigón armado que serán construidas a pie de obra. Estos elementos estarán construidos en hormigón HA-25/B/20/lla y acero B 500 S

Se contará con zapatas de cimentación superficial, las cuales se pueden emplear en cualquier tipo de terreno, incluso teniendo este una resistencia y homogeneidad mínima.

En el caso de no poder usas este tipo de cimentación se recurrirá a pilotes subterráneos.

Para la nave se usarán 14 zapatas de hormigón armado de dimensiones 340 x 340 x 80 cm y 6 zapatas de dimensiones 365 x 365 x 85 cm que servirán para las zapatas que soportan mayor esfuerzo como son los dos pórticos centrales de la junta de dilatación y los pilares centrales de los pórticos externos. Todas ellas estarán unidas mediante vigas de atado de 40 x 40 cm asegurado que el desplazamiento entre las mismas sea despreciable.

En las oficinas se usarán 12 zapatas exteriores de dimensiones 120 x 120 x 40 cm y 4 zapatas interiores de dimensiones 160 x 160 x 35 cm. Las 12 zapatas exteriores estarán unidas mediante vigas de atado de 40 x 40 cm en todo su perímetro. Por el contrario, las zapatas interiores serán cuatro zapatas aisladas sin uniones entre sí.

Las zapatas, por tanto, servirán como unión entre el terreno y la estructura metálica teniendo dos funciones:

- Aporte e rigidez a la estructura
- Aguate del peso total de la construcción

De este modo, la cimentación en su conjunto debe estar diseñada y construida en función de todas las solicitaciones a las que esté sometida la estructura y por tanto el terreno juega un papel muy importante en ella y ha de ser estudiado con detenimiento previamente.

1.7.2.4 Forjados

Los forjados son elementos estructurales capaces de recibir esfuerzos y trasmitirlos a los elementos restantes de la estructura como son los pilares sobre los que están apoyados.

Las funciones del forjado son:

- Dar rigidez y estabilidad a las estructuras
- Soportar esfuerzos directos y trasmitirlos
- Solidarizar entramados en la misma plata

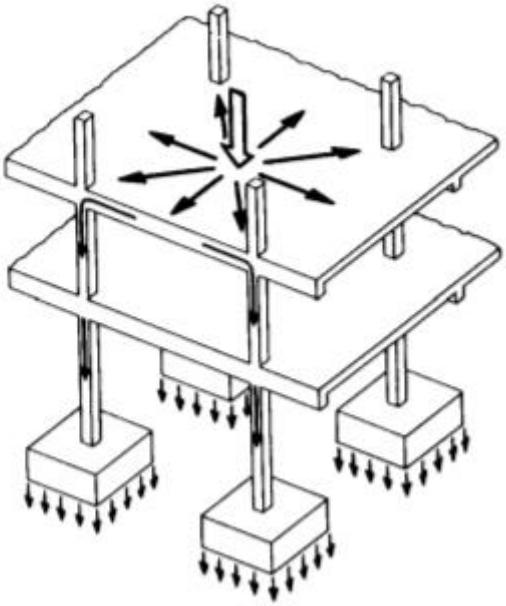


Ilustración1-11: Forjados

En este caso se contará con forjados unidireccionales con capacidad de flectar en la dirección en la que trasmiten las cargas a las vigas.

En concreto se colocarán 2forjados uno a 4 metros (primera planta), y otro a 8 metros (cubierta). El forjado contará con vigas de hormigón armado, realizadas con hormigón HA-25/B/20/IIa prefabricado y acero B 500 S, bovedillas aligeradas de 25 cm de canto y aceros en forjados B 500 S Ys=1,15 que asegure la consistencia y durabilidad del mismo.

1.7.2.5 Pilares de Hormigón en Oficinas

Los pilares son elementos estructurales verticales que soportan las cargas de las diferentes pantas del edificio.

Para soportar estos esfuerzos en las oficinas se colocarán 16 pilares de 30 x 30 cm de hormigón armado con longitudes de 8 metros. 14 de ellos contarán con armaduras de 4Ø12mm y estribos de Ø6 c/15 mm, 1 de ellos contará con armaduras de 4Ø16mm y estribos de Ø6 c/20 mm y otro de ellos ccontará con armaduras de 8Ø12mm y estribos de Ø6 c/15 mm.

Ver su disposición el los planos.

1.7.2.6 Correas en Cubierta

Son elementos metálicos comúnmente usados para la unión longitudinal de los dinteles, donde su función principal es el soporte de la cubierta, de esta manera, se evita que el desplome al que está sometida esta, tenga flechas excesivas. Para esto se busca perfiles aligerados, pero que a la vez sean capaces de soportar las cargas permanentes y las variables en su combinación.

En nuestro caso los datos de las correas en la obra son:

Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
0.763, 50.000, 8.135	0.763, 43.750, 8.135	6.250	20.54	967.67	185.03	519.55

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	1.00	1.00
L_K	6.250	6.250	6.250	6.250
C_m	1.000	1.000	1.492	1.492
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Ilustración 1-12: Datos de correas de cubierta

Cumpliendo todas las comprobaciones a resistencia y un aprovechamiento del 54,37%.

Se puede observar que las correas se colocaran a cada vano de la cercha, de manera que el momento flector sea más favorable y por tanto cumpla el límite de flecha con perfiles más ligeros.

1.7.2.7 Cerramiento lateral

Las naves industriales cuentan con una fachada concebida para cuidar la estética de la misma a la vez que los replanteos de los elementos que la integran.

La fachada debe cuidar los bordes y las uniones con la estructura, además si estos dan al exterior todavía se debe tomar más atención evitando terminaciones superfluas manteniendo siempre la verticalidad del cerramiento.

Para el cerramiento lateral se utilizarán paneles de hormigón prefabricado, las cuales conforman un elemento versátil y fiable a la hora de resolver obras, dotando al cerramiento de unas cualidades mecánicas y aislantes correctas sin comprometer su estética.

En nuestro caso se contará con panales de hormigón prefabricado, lisos, de hormigón armado de 12 cm de espesor, 2 metros de altura y 7 metros de longitud máxima, acabado liso de color blanco a una cara.

Se usarán tanto para el cerramiento de la nave como para el cerramiento de las oficinas.

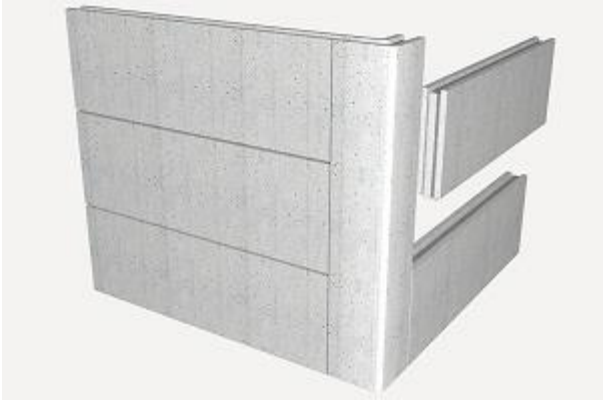


Ilustración1-13: Paneles de hormigón prefabricado

1.7.2.8 Cubierta

La cubierta es un elemento constructivo destinado a satisfacer aquellas funciones genéricas de protección aislamiento y evacuación de todo fenómeno atmosférico, por ello está sometido a condiciones ambientales muy adversas.

El hecho de estar sometida a fenómenos de radiación, nieve, lluvia entre otros hace que la superficie tenga que estar preparada para una exposición y deterioro contante y para ello debe estar fabricada con materiales duraderos e impermeables.

Por otro lado, la cubierta también debe cumplir la misión de aislamiento térmico, y para ellos, se usa una combinación de materiales aislantes y resistentes a los fenómenos anteriormente citados, con lo que se consiguen cubiertas con las características deseada, como son las cubiertas de paneles tipo sándwich.

En este caso se ha optado por una cubierta de panel metálico autoportante, con un alma de espuma aislante de poliuretano (PUR), compuesto por una chapa de acero en su cara exterior y una lámina de aluminio centesimal en su cara interior.

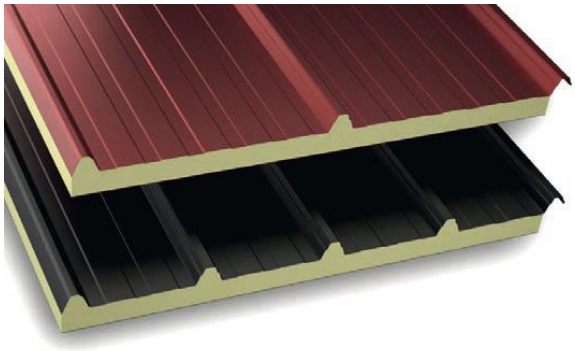


Ilustración1-14: Panel de Cubierta

1.7.2.9 Tirantes

Son elementos estructurales utilizados para soportar esfuerzos de tracción, como son los cables de acero, la forma de denominar este perfil es mediante el diámetro ya que generalmente son perfiles tubulares macizos. En nuestro caso los hemos utilizado como cruces de San Andrés en la cubierta y en los pilares laterales de los pórticos extremos.

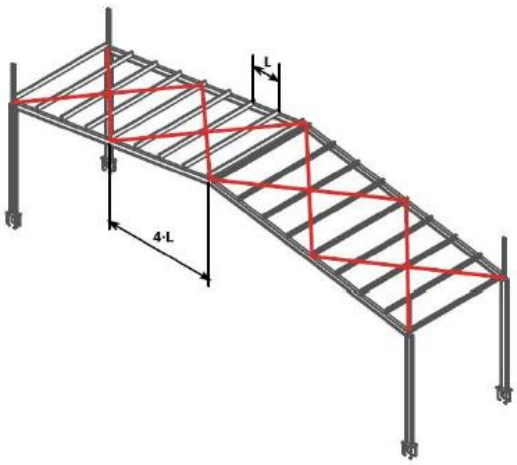


Ilustración1-15: Cruces de San Andrés

1.7.2.10 Uniones

Las uniones son el elemento que aseguran una unión rígida entre los diferentes nudos de las barras, las uniones más usadas en estructuras son: las uniones atornilladas y las soldadas.

En este caso se usarán uniones soldadas, dado su mayor facilidad de preparación que las anteriores, también cuentan con mayor estanquidad y rigidez, además de tener mejor apariencia. Por el contrario, la unión se debe realizar a pie de obra por especialistas.

La Soldadura es producida por la fusión de un electrodo sometido a una corriente eléctrica, para que la fusión de los materiales sea pura se usa generalmente una envoltura gaseosa de protección.

1.7.2.11 Solera y Solados

Se contará con una solera de hormigón armado HA-25/B/20/IIa,de 15 cm de espesor por toda la base construida de la nave, para ello se compactará una capa de 15 cm de zahorra natural la cual constituirá la base para la construcción de la misma. El amado estará constituido por malla electrosoldada de 15 x 15 cm. y barilla de 5 mm de diámetro.

Por otro lado, se construirá una solera en el exterior de la nave de unos 3000 metros cuadrados de las mismas características, la cual servirá de acceso a los procesos de la planta.

La solera interior de la nave se protegerá con un recubrimiento antideslizante que asegure su correcto acceso bajo condiciones adversas además de facilitar su limpieza.

El suelo de las oficinas y vestuarios estará formado por baldosa gres de acuerdo a la estética de la sala.

1.7.2.12 Escaleras

Al existir dos plantas en las oficinas se necesita dar acceso a ambas, para ello se construirá una losa de escaleras de hormigón armado de 15 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, y acero UNE-EN 10080 B 500 S.

1.8.1.7Vallado Perimetral

Se construirán 330 m de vallado en todo el perímetro de la parcela, de tal manera que se impida el acceso de personal no autorizado a la misma.

La valla estará construida por una cimentación de hormigón en su base y un vallado antiescalado con celdas 12,7 x 76,2 mm y sensor VPAr que activará un Sistema de alarmas y cámaras.

1.8 Alternativas constructivas

Para dar solución a la construcción de la nave industrial de 25 metros de luz y 50 metros de longitud con una distancia entre pórticos de 6,25 metros, se plantean tres posibles opciones, ambas tres construidas en acero laminado estructural S275 y acero conformado S235, cumpliendo con el estándar europeo en EN 10025:2004.

1.8.1 Pórtico Rígido

Inicialmente se planteó una solución de pórticos rígido con viga continúa y empotramientos en las zapatas. El principal motivo era dejar la nave con mayor volumen y altura interna en ausencia de elementos estructurales próximos a la cubierta. De esta manera, se facilita la posibilidad de apilar a alturas más elevadas con mayor facilidad.

El principal problema de esta construcción en su excesiva longitud de luz teniendo que colocar dos vigas de 12,5 metros, con el problema de esbeltez que eso genera en las vigas del tipo IPE. La una manera de solucionar este problema fue la colocación de vigas de atado en toda su longitud, capaces de reducir la esbeltez de estas vigas a 6,25 metros, pero por el contrario esta solución nos lleva a elevar el peso en una estructura.

Con todo ellos, la optimización estructural que se consiguió fue con un peso de 51634,22 kg.

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
			HE 280 A	64.000			0.623			4888.35		
			HE 360 A	32.000			0.457			3587.14		
			HE 320 A	48.000			0.597			4687.39		
			HE 240 A	56.816			0.436			3425.32		
		HEA			200.816			2.113			16588.20	
			IPE 360	300.771			2.187			17164.87		
			IPE 400	25.386			0.215			1683.89		
			IPE 600	50.771			0.792			6217.45		
			IPE 550	76.157			1.021			8010.94		
			IPE 450	25.386			0.251			1968.86		
		IPE			478.471			4.464			35046.01	
Acero laminado	S275					679.287			6.578			51634.22

Ilustración1-16:Resumen de medición Nave con pórtico de viga continua

1.8.2 Pórtico Celosía IPE

Posteriormente se planteó una segunda solución con el objetivo de reducir el peso de la estructura y asegurar la estabilidad de la misma dadas las longitudes de luz tan elevadas, para ello se planteó un diseño de celosía americana modificada, con 8 tramos a la izquierda y 8 a la derecha además de bajar el centro de la misma evitando sobrecargas en los extremos superiores de los pilares y asegurando la estabilidad. Para ello también se añadieron arrostramientos en los pórticos extremos con perfiles tubulares macizos.

Hay que destacar que con esta alternativa desaparecían los problemas de esbeltez en las vigas de los pórticos, ya que estas ahora pasan a trabajar a tracción y compresión y por tanto se reduce la distancia de las mismas. Es por ello la posibilidad de suprimir las vigas de atado a medio pórtico.

Con esta solución se consigue un peso estructural de 50571,61 kg, una cifra más que reducida con respecto a la anterior alternativa.

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
			HE 240 A	52.408			0.402			3159.57		
			HE 260 A	32.000			0.278			2180.42		
			HE 280 A	116.408			1.133			8891.30		
		HEA			200.816			1.813			14231.29	
			IPE 360	225.771			1.641			12884.65		
			IPE 220	126.928			0.424			3327.93		
			IPE 100	49.727			0.051			402.07		
			IPE 120	83.465			0.110			864.86		
			IPE 140	97.166			0.159			1250.91		
			IPE 160	161.012			0.324			2540.52		
			IPE 240	50.771			0.199			1558.35		
			IPE 180	66.667			0.159			1250.77		
		IPE			861.507			3.068			24080.07	
			R 15	71.258			0.013			98.85		
			R 12	71.258			0.008			63.26		
			R 14	81.216			0.013			98.14		
		R			223.732			0.033			260.26	
Acero laminado	S275					1286.055			4.914			38571.61

Ilustración1-17:Resumen de medición Nave con pórtico de viga en celosia

1.8.3 Pórtico Celosía Tubular

Debido al elevado peso que la estructura tenia, se planteó la misma distribución geométrica de celosía, pero esta vez se construiría con perfiles

tubulares huecos, de esta manera conseguiríamos una reducción sustancial del peso si comprometer la resistencia, lo resultados fueron los siguientes:

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
			HE 360 A	52.408			0.748			5874.83		
			HE 200 A	50.771			0.273			2144.22		
			HE 320 A	120.000			1.493			11718.48		
			HE 160 A	161.820			0.628			4928.71		
		HEA			384.999			3.142			24666.25	
			RHS 200x100x10.0	411.085			2.194			17220.77		
		Hot Finished RHS			411.085			2.194			17220.77	
			SHS 70x4.0	375.106			0.380			2985.30		
			SHS 90x4.0	106.692			0.142			1117.12		
		Hot Finished SHS			481.798			0.523			4102.43	
			R 22	220.619			0.084			658.34		
		R			220.619			0.084			658.34	
Acero laminado	S275					1498.501			5.942			46647.78

Ilustración 1-18: Resumen de medición Nave definitiva con pórtico de viga en celosia americana

Como se puede observar la reducción del peso es considerable, por lo que se ha optimizado la estructura, con un peso total de 46647.78 kg.

1.8.4 Alternativa favorable

Con todo lo expuesto anteriormente la solución más favorable es la de pórticos con celosía Americana y perfiles tubulares, estos cuentan con mayor complejidad que los de viga continua, pero por su cantidad de beneficios anteriormente citados, se puede afirmar que es la mejor alternativa.

Por tanto, el diseño estructural, elementos estructurales, estudio de acciones de cargas, así como todo lo posteriormente citado se realizará sobre esta solución.

1.9 Soluciones constructivas

1.9.1 Junta de Dilatación

Debido a la gran longitud de la nave, se nos plantea un nuevo problema. Como indica el CTE-DB-SE-AE: Código Técnico Edificación- Documento Básico- Seguridad Estructural- Acciones en la Edificación, no deben existir elementos estructurales de acero o hormigón de más de 40 metros de longitud, sin la colocación de juntas de dilatación que disminuyan los efectos de las variaciones de temperatura, por ello se colocará una junta de dilatación a 25 metros de la nave en sentido trasversal, se colocará entre dos pórticos,de manera que dividiremos la nave en 25 metros a cada lado.

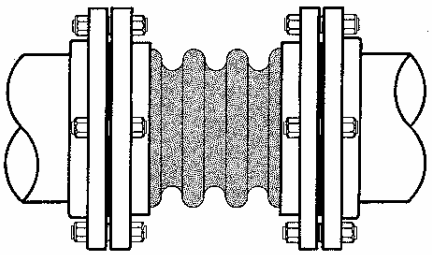


Ilustración1-19: Junta de DilataciónEstructural

1.10 Cumplimiento el Código técnico de Edificación

El Código Técnico de la Edificación, CTE, es el marco normativo que establece y desarrolla las exigencias básicas de calidad de las edificaciones

y sus instalaciones, y que permite demostrar que se satisfacen lo requisitos básicos de la edificación, de la ley. El CTE da entrada a otros documentos que completan el marco reglamentario, los documentos reconocidos que ayudan a la aplicación del CTE y a cumplir sus objetivos.

La ley 38/1999 de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación, de la que nace el Código Técnico de la Edificación es el pilar fundamental para el proceso de la edificación.

1.10.1 Exigencias Básicas de Seguridad Estructural, Acciones en la Edificación (CTE-SE-AE)

EL objeto de este documento es establecer reglas y procedimientos que permitan cumplir las exigencias básicas de seguridad estructural. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Seguridad Estructural".

El Campo de Aplicación de este Documento Básico es el de determinación de las acciones sobre los edifico, para verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad estructural (Capacidad portante y estabilidad) y aptitud al servicio, establecidos en el DB-SE.

En los anexos correspondiente a los cálculos de la estructura, se ha tenido en cuenta lo establecido em el DB-SE en lo relativo a las siguientes acciones sobre los elementos:

1. Acciones Gravitatorias

   1.1 Cargas Superficiales

      1.1.1 Peso propio del forjado

      1.1.2 Pavimentos y revestimientos

1.11 Ingeniería de las obras

1.11.1 Estado Previo

Las parcelas cuentas con una topografía llana, únicamente con la existencia de edificaciones puntuales de poca altura, las cuales habrá que eliminar en las actuaciones previas de retirada de la capa de vegetal.

1.11.2 Construcción de Acometida y Servicios

Los servicios de agua potable, saneamiento y electricidad se realizarán desde el punto más próximo a la parcela, a unos 100 metros de la ubicación de la nave. Estos servicios corren a cuenta del promotor al tratarse de una parcela ubicada en suelo rustico.

Según las Normas Urbanísticas municipales de Castañares de Rioja los trabajos de concesión serán realizados por el personal especializado del ayuntamiento, y el importe será abonado por el promotor una vez concluido los trabajos.

El ayuntamiento de Castañares de Rioja cuenta con un abastecimiento de agua de la Confederación hidrográfica del Oja-Tirón y una acumulación de agua de 1100 m^3 con destino abastecimiento de la población.

Debido a que el desarrollo de la planta no requiere un consumo excesivo, no se estima necesario solicitar a Confederación una modificación de la concesión.

Por otro lado, el ayuntamiento debe proporcionar el abastecimiento de agua cumpliendo las medidas sanitarias pertinentes.

La instalación de saneamiento se realizará del mismo modo que la anterior y utilizando la misma zanja que para la conexión del suministro de agua, colocando siempre está por encima de la de saneamiento.

La conexión de la línea eléctrica se realizará según el reglamento electrotécnico para baja tensión Real decreto 842/2002, de 2 de agosto, desde el punto más cercano a la nave, ubicado también a unos 100 metros de la misma.

Se construirá una red subterránea de distribución hasta la parcela donde se colocará la caja de protección y medida.

1.11.3 Urbanización y obras exteriores

Con la construcción de la solera exterior, se acondicionará el acceso rodado a la parcela de tal manera que no exista riesgo de accidente en el acceso, por ello, se habilitarán 6 metros de retranqueo libre.

1.12 Ingeniería del Proceso

La planta se dedicará a la selección y envasado de productos de leguminosa mediante la limpieza exhaustiva y preparación en envases directamente para el consumo humano.

1.13 Bases de Proyecto y Descripción General

La nave destinada a la recogida, selección, envasado y distribución de semillas de leguminosa cuenta con 1400 metros cuadrados de superficie, los cuales se distribuirán estratégicamente en función de las de necesidades del proceso.

Para ello, la nave contará con dos grandes zonas diferenciadas, una primera zona de recogida, prelimpieza y almacenado de materia prima y una segunda zona de selección precisa, inspección y envasado. Se construirá de cara a estos requisitos del promotor, debido a la elevada inestabilidad que sufre el mercado en este sector, de manera que se aseguré el suministro y salida de la materia necesaria.

Las salas estarán separadas mediante un tabique aislante que dote a la nave de seguridad alimentaria, además en la zona de limpieza manual, se dotará de una sala especializada que cuente con condiciones ambientales controladas respecto a las variables de temperatura y humedad.

Estas condiciones ambientales óptimas durante las horas de trabajo serán:

Temperatura	20 ºC
Humedad Relativa	40 - 50 %

Tabla4: CondicionesAmbientalesÓptimas

Estas condiciones aseguran quela semilla de leguminosa tenga un perfecto estado de conservación durante todo el periodo en la planta, esto es de vital importancia debido a que una exposición continua a condiciones inadecuadas provocará modificaciones de humedad del grano, llegando a perecer.

1.14 Ingeniería del Proceso

Para que la planta productiva sea competitiva se ha de definir perfectamente la distribución de la misma y la manera en la que ha de operar, de esta manera se evitaran las improductividades y se hará que la planta será eficiente.

1.14.1 Layout – Distribución en Planta

En el layout se estudiará el fujo de proceso que realizará la materia prima, y por tanto el ciclo que deberá recorrer desde la recepción hasta su salida de planta, para ello se determinarán las zonas de la planta según la actividad que se realice y se diseñará la secuencia de operaciones más óptima en función de la maquinaria y la mano de obra que se estime.

Se optará por la mayor automatización posible, eliminando al máximo posible las improductividades y los errores humanos.

1.14.1.6 Descripción del proyecto

Para la realización de este trabajo nos hemos basado en estudiar las posibles distribuciones de una planta seleccionadora de leguminosa, para ello disponemos de una superficie de 1463 m^2 para distribuir de la mejor manera posible la disposición de los siguientes departamentos:

- Sala de maquinas
- Envasado
- Pre limpia/ almacén
- Limpieza de precisión: En esta se incluye dos partes, la parte manual y la automática que nos servirán para distintos procesos.
- Oficinas
- Salida de Mercancías

La distribución se va a realizar mediante el método de distribución por procesos o funcional, dado que el proceso de producción de la planta se basa

en tres distintos recorridos para obtener producto terminado, se ha buscado la efectividad en todos los procesos dando prioridad al proceso que más manipulaciones necesita.

Las ventajas que este tipo de distribución nos proporciona son:

El personal de planta se encuentra distribuido por procesos, lo que puede hacer que adquieran un mayor grado de experiencia.

Como existen diferentes formatos de producto acabado, se facilita que cada producto tenga su propio recorrido

Sabiendo en qué momento funciona cada máquina, se puede obtener un mejor control de la producción.

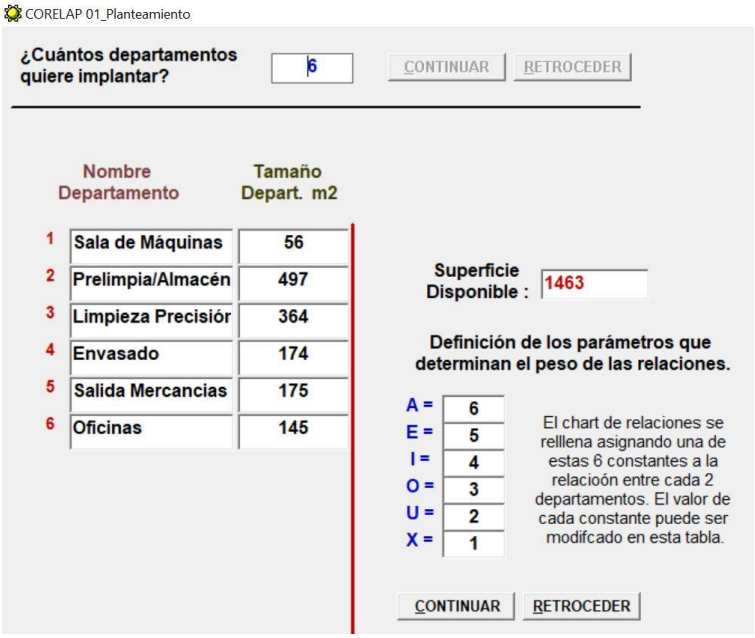
Al tener distintos recorridos, si surge una avería en alguna de las maquinas la planta puede seguir produciendo otro tipo de producto.

1.14.1.7 Distribución en Planta con Corelap y Diagramas de Flujo

Para realizar una distribución en planta mediante el software de corelap, es necesario definir en la pantalla principal cuanto mide cada departamento, al disponer de una superficie útil de 1463 m^2, el área total de los departamentos no puede superar este valor.

Además, hay que definir los parámetros que determinan el peso de las relaciones, en nuestro caso:

- A = 6
- E = 5
- I = 4
- O=3
- U = 2
- X = 1



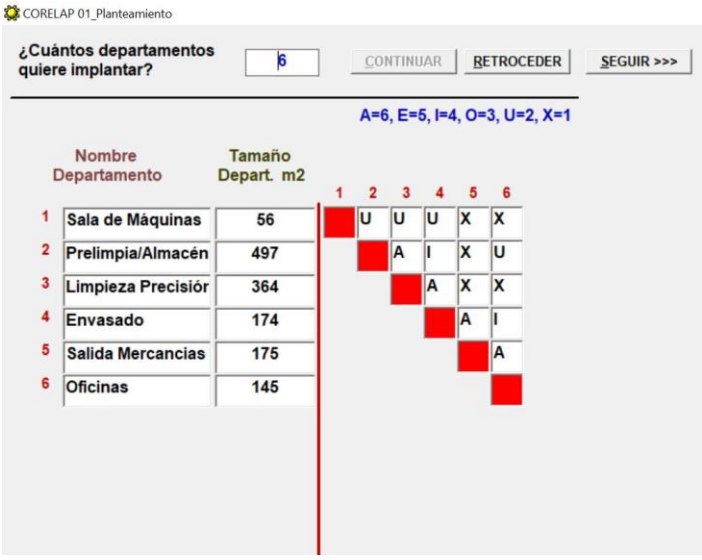
Tras realizar la asignación de los parámetros, y de las superficies ocupadas se pasa a realizar las relaciones que tienen entre si los departamentos que hemos puesto, cuando realizamos esta relación el programa comenzara a ejecutar iteraciones que permitan obtener la mejor distribución en planta posible. Los procesos para realizar en la planta de estudio son los siguientes:

- **Ciclo Completo:** La mercancía llega y pasa por un proceso de prelimpia y posterior almacenaje para ser transportado al siguiente proceso, una vez llegado a este se realiza una limpieza de precisión que eliminara todos los elementos que no se desean en el producto terminado. Posterior a esto se realiza una limpieza manual en el que se eliminan todos aquellos granos que no se eliminan en los procesos anteriores, se transporta al proceso de envasado, que es como se entregara al cliente. Después de terminar el envasado se transporta al almacén donde se distribuirá en los diferentes muelles de carga que permiten distribuir la mercancía a los consumidores.

- **Ciclo sin limpieza manual**: Este proceso se utiliza para cuando el producto final no necesita tener un filtrado perfecto, sino que eliminando los granos más grandes serviría para entregar al cliente, tras pasar de la limpieza de precisión automática se transporta el material al departamento de envasado que lo identificara de otra manera para que visualmente se vea la diferencia entre productos de diferentes procesos.

- **Ciclo sin limpieza automática:** Se utiliza este método para obtener una limpia rápida, que elimine los desechos más grandes, esto se realiza cuando existe una necesidad urgente de realizar este proceso rápido. Una vez realizado este proceso se transporta al envasado, que se marcara con diferente color para poder distinguirlo en el almacén.

- **Ciclo solo pre limpia:** Este proceso se utiliza para las mercancías que no necesitan mucha limpieza puesto que la materia prima recibida llega bastante limpia. Se sigue el procedimiento anterior de envasado con distinto color para saber localizarla fácilmente en el almacén.



Cristian Bañares Santamaría
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA-E.T.S DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tras poner todas las relaciones, el programa nos muestra los datos que hemos metido y muestra el valor del TCR que muestra el valor de las relaciones que hemos puesto.

Una vez comprobado que esta todo correcto, se calcula y nos muestra el resultado de la distribución en planta que nos propone.

LAYOUT ADECUADO

Cristian Bañares Santamaría
UNIVERSIDAD DE LA RIOJA-E.T.S DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CORELAP 01
RESOLUCIÓN PROBLEMA

N° Departamentos= 6
Superficie Disponible= 1463
Superficie Requerida= 1411

Nombre Dept.	TCR	Superficie
**********	***	**********
1. Envasado	20	174
2. Limpieza Precisión	16	364
3. Prelimpia/Almacén	15	497
4. Salida Mercancias	15	175
5. Oficinas	12	145
6. Sala de Máquinas	8	56

1.14.1.8 Maquinas Instaladas

Se realizará una breve descripción de las maquinas con las que contará la planta, y sobre las cuales se realizará los diagramas de recorrido y distribución en planta.

1.14.1.8.1 Descascarilladora y Mesa de Cribas:

Maquinas instaladas en la primera fase de prelimpia, encargadas de separar la cascara y sustancias de desecho. La pantalla superior separa los rechazos grandes y gruesos y los elimina a través de un agitador de pantalla, tras ello la semilla óptima se mueve a lo largo de un cilindro rotativo en el que se extrae el polvo para posteriormente ser expulsada de la máquina en diferentes tamaños mediante diámetros de criba.

Ilustración1-20CribaBrivatoriaMeka S690 QL

1.14.1.8.2Mesas Densimétricas

PETKUS ha desarrollado una nueva generación de separadores por gravedad, donde se separan las semillas según pesos específicos. Estas máquinas permiten la limpieza y eliminación de semillas que han sido infectados con micotoxinas, daños por insectos o granos rotos, así como impurezas.

Estas máquinas se colocarán en la segunda fase de limpieza (Limpieza exhaustiva), donde se cuenta con las máquinas: Petkus KD60 y Dartek KDM 1000.

Ilustración1-21 Mesa DensimétricaPetkus KD60

1.14.1.8.3Clasificadoras Ópticas

En la segunda zona de limpieza, se contará con dos seleccionadoras ópticas, en este caso se instalarán posteriores a las mesas densimétricas y se optará por

dos seleccionadoras BUHLER Sortex Serie A, ya queéstas han innovado el mercado de la selección de grano con su nueva máquina capaz de separar el grano con fotocélulas sensibles al color.

Ilustración1-22:Clasificadora Óptica Buhler Sortex A

1.14.1.8.4Elevadores de Cangilones

Para dar soporte a cada una de las maquinas, tanto de entrada como salida de materia prima se usarán elevadores de cangilones, los cuales son sistemas encargados de elevar y trasportar productos desde una zona inferior hasta otra más elevada. En este caso contaremos con 11 elevadores construidos a medida por la empresa BEUMER Group.

Estos elevadores contarán todos con una elevación de caga de 3 metros de altura, salvo el elevador de la tolva de descarga, el cual contara con 7 metros de altura.

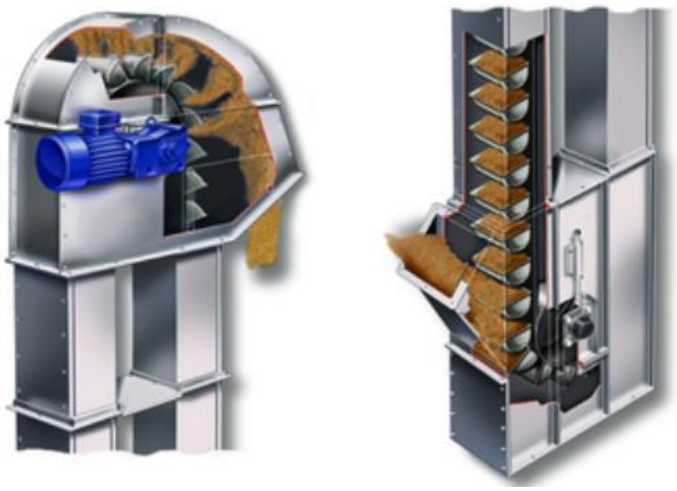


Ilustración1-23: Elevador de Cangilones BEUMER

1.14.1.8.5Cintas trasportadoras

Las cintras trasportadoras son elementos capaces de trasportar la materia prima de un lugar a otros de manera horizontal. Contaremos con dos cintas de la marca Belda colocadas en la fase de limpieza e inspección manual, contarán con 5 metros de longitud y 70 cm de anchura, los motores que equiparán serán regulables con variador, adaptándose así al flujo de proceso necesario.

1.14.1.8.6Envasadoras Verticales

En la última fase del proceso contaremos con 2 envasadoras verticales de la marca Oproin capaces de combinar el material de envase y el producto a envasar en una unidad simple, es por ello que suelen utilizarse para evitar desperdiciar

el producto y especialmente, para que el producto esté protegido y tenga una buena presentación.

1.14.1.8.7Apiladores Eléctricos

Se contarán con 3 Apiladores eléctricos para el movimiento de BigBag por toda la planta, dando soporte a todas las maquinas del proceso. Los apiladores contaran con mástil de 4,5 metros y 2000 kg de carga máxima.

1.14.1.9 Diagrama de Recorrido

El diagrama de recorrido se define como un esquema de distribución en planta, que muestra donde se realizan todas las actividades que aparecen en el diagrama flujo de proceso. En el diagrama de recorrido se van a registrar las operaciones, inspecciones, transportes demoras y almacenajes, según se vaya realizando a lo largo del proceso. La ruta de los movimientos se señala mediante líneas, cada actividad es identificada por medio de símbolos, los cuales se muestran a continuación:

Cada uno de los símbolos utilizados indican lo siguiente:

- Operación: Realización de una actividad específica. La pieza, materia prima o producto se modifica durante la operación.
- Inspección: indica que se verifica la calidad, cantidad o ambos.
- Actividad combinada: indica la ejecución de dos actividades al mismo tiempo. Se da cuando se requiere hacer una operación y al mismo tiempo verificar que se cumplan las operaciones predefinidas.
- Transporte: movimiento de los trabajadores, materiales y equipo de un lugar a otro.
- Almacenamiento: indica un depósito de un objeto o almacén por un tiempo determinado.
- Demora: indica demora en el desarrollo de los hechos, trabajo en suspenso entre operaciones sucesivas.

Significado	Símbolo
Operación	
Inspección	
Actividad combinada	
Transporte	
Almacenamiento	
Demora	

Ilustración1-24: SimbolosDiagrama de Recorrido

Los objetivos que se persiguen con la realización del diagrama de recorrido son determinar y después, eliminar o disminuir:

1. Los retrocesos.
2. Los desplazamientos.
3. Los puntos de acumulación de tránsito (cuellos de botella).

Sirve para mejorar los métodos y actúa como guía para una distribución en planta mejorada.

Con los símbolos descritos anteriormente, se describen los movimientos y detalles del recorrido. Para nuestro caso encontramos los siguientes símbolos:

- Se han realizado **13 operaciones** entre ellas, por ejemplo: limpieza, precisión/automática, precisión/manual, envasado etc.
- Se han realizado **2 inspecciones**, correspondiente a dos líneas de inspección antes del envasado.

- Se han situado **9 líneas de transportes**, que indica como se mueve el producto a lo largo de la distribución.
- Se han utilizado **3 almacenes**, en los cuales se guarda el producto por un tiempo determinado. Dos de ellos se sitúan después de la primera operación para llevar un buen control sobre el flujo. El otro almacén se sitúa después del envasado y previamente a la salida del producto.
- Se encuentran 3 punto de **demora**, en los cuales el producto debe esperar hasta poder continuar su recorrido. Por ejemplo, después del envasado el producto espera hasta ser llevado al almacén de salida.

1.14.1.10 Diagrama de SLP Murther

Mediante esta metodología se consigue enfocar de forma organizada los proyectos de planteamiento, fijando un cuadro operacional de fases, una serie de procedimientos, un conjunto de normas que permitan identificar, valorar y visualizar todos los elementos que intervienen en la preparación de un planteamiento.

Para llevar a cabo este método se han llevado a cabo una serie de pasos. En el primer paso, se realiza un análisis P-Q (Producto-Cantidad), en el segundo paso se realiza un análisis de las relaciones entre las seis actividades que se llevan a cabo en la planta, en el tercer paso se analiza el recorrido de los productos, en el cuarto paso se desarrolla el diagrama relacional de actividades (si la relación tiene cuatro líneas, indica que es absolutamente necesaria, si tiene dos, indica que es importante y si tiene solo una, indica que la relación no es importante), en el quinto paso se analizan las necesidades y la disponibilidad de espacios, en el sexto paso se desarrolla el diagrama racional de espacios y en el séptimo y último paso se efectúa la evaluación de las alternativas de distribución de conjunto y se selecciona la mejor distribución.

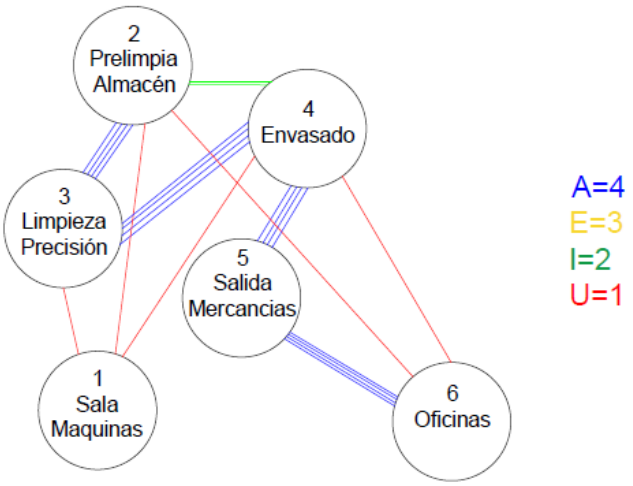


Diagrama SLP Murther

La Distribución en Planta, El diagrama de recorrido y recorrido de los productos se presenta en el documento de planos.

1.14.2 Influencia de la Inversión en el proceso productivo

Con la realización de las nuevas inversiones y la implementación de las últimas tecnologías en el sector, se espera un aumento del 50% de la producción de la planta.

1.15 Gestión de Residuos.

Al ser una planta dedicada a la limpieza y envasado de leguminosa, se ha de destacar los residuos generados de la limpieza de la materia prima, que en su mayoría serán materias orgánicas y o pequeñas piedras, así como los generados en el trasporte de la materia y en el mantenimiento de las maquinas.

Las buenas prácticas adoptadas para el correcto reciclaje de los residuos son:

- Los residuos generados en la limpieza de la materia prima se retornarán a su lugar de origen, esparciéndolos por las diferentes parcelas donde fueron recogidas.
- Los residuos generados de los envases se depositarán en un contenedor municipal adecuado para dichos residuos.
- Las grasas, aceites y materiales de especial reciclado, serán destinados al punto limpio más cercano de la zona.

1.16 Bibliografía

- BOE.es - Búsqueda sencilla de legislación. (2019). Retrieved 24 August 2019, from https://www.boe.es/legislacion/legislacion.php
- Portada - Gobierno de La Rioja. (2019). Retrieved 24 August 2019, from https://www.larioja.org/es
- Industria y Energía - Portal del Gobierno de La Rioja. (2019). Retrieved 24 August 2019, from https://www.larioja.org/industria-energia/es
- Autonómica, N. (2019). Normativa Autonómica. Retrieved 24 August 2019, from https://www.larioja.org/normativa-autonomica/es
- Medio ambiente - Portal del Gobierno de La Rioja. (2019). Retrieved 24 August 2019, from https://www.larioja.org/medio-ambiente/es
- Sistema de Información Urbanística. (2019). Retrieved 24 August 2019, from https://siu.larioja.org/mapa_municipio.php?cod_ine=043
- (2019). Retrieved 24 August 2019, from https://www.buhlergroup.com/southamerica/es/productos__gama-de-clasificadoras-opticas-sortex-a__clasificadora-optica-sortex-a-multivision.htm
- Home. (2019). Retrieved 24 August 2019, from http://www.petkus.com/
- Home. (2019). Retrieved 24 August 2019, from http://www.dartek.es/
- Intralogística líderes Internacional proveedor del sistema | BEUMER Group. (2019). Retrieved 24 August 2019, from https://www.beumergroup.com/es/home
- Cintas transportadoras - Metall Belda - L´Alcudia, Valencia. (2019). Retrieved 24 August 2019, from http://www.metallbelda.net/portfolio/cintas-transportadoras/#prettyPhoto

- Envasadora vertical automática para sólidos y granulado | OPROIN. (2019). Retrieved 24 August 2019, from https://www.oproin.es/nuestras-maquinas/envasadora-vertical-automatica/
- catalogo-de-productos-oproin. (2019). Retrieved 24 August 2019, from https://www.yumpu.com/es/document/view/14508109/catalogo-de-productos-oproin
- User, S. (2019). Inicio. Retrieved 24 August 2019, from https://www.codigotecnico.org/
- User, S. (2019). Seguridad estructural. Retrieved 24 August 2019, from https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-seguridad-estructural.html
- Retrieved (2019) 24 August 2019, from https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE.pdf
- Retrieved (2019). 24 August 2019, from https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE-AE.pdf
- Retrieved (2019). 24 August 2019, from https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE-C.pdf
- Retrieved (2019). 24 August 2019, from https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seguridadEstructural/DBSE-A.pdf

- ::: Portal de CHEbro :::. (2019). Retrieved 24 August 2019, from http://www.chebro.es/contenido.visualizar.do?idContenido=3101&idMenu=2785
- Documentos de consulta pública de las cuencas de ríos de La Rioja - Medio ambiente - Portal del Gobierno de La Rioja. (2019). Retrieved 24 August 2019, from
- Documentos de consulta pública de las cuencas de ríos de La Rioja - Medio ambiente - Portal del Gobierno de La Rioja. (2019). Retrieved 24 August 2019, from https://www.larioja.org/medio-ambiente/es/agua/calidad-agua/contenido/documentos-consulta-publica-cuencas-rios-rioja
- Abastecimientos supramunicipales - Consorcio de Aguas y Residuos - Portal del Gobierno de La Rioja. (2019). Retrieved 24 August 2019, from https://www.larioja.org/consorcio-aguas/es/abastecimientos-supramunicipales
- (2019). Retrieved 24 August 2019, from https://www.larioja.org/larioja-client/cm/medio-ambiente/images?idMmedia=627918
- CYPE Ingenieros,S.A., Software para Arquitectura, Ingeniería y Construcción. (2019). Retrieved 24 August 2019, from http://www.cype.es/
- Generador de pórticos de CYPE Ingenieros. Geometría y cargas de peso propio, viento y nieve de una estructura. (2019). Retrieved 24 August 2019, from http://porticos.cype.es/

- Cálculo de estructuras 3D con barras de madera, acero, aluminio o de cualquier material. (2019). Retrieved 24 August 2019, from http://cype3d.cype.es/
- CYPECAD. Diseño y cálculo de estructuras. (2019). Retrieved 24 August 2019, from http://cypecad.cype.es/
- Arquímedes. Mediciones, presupuestos, certificaciones y pliegos de condiciones. (2019). Retrieved 24 August 2019, from http://arquimedes.cype.es/
- Normativa.cype.es. (2019). Normativa implementada en los programas de CYPE. [online] Available at: http://normativa.cype.es/#estructuras_de_hormigon [Accessed 24 Aug. 2019].
- Normativa implementada en los programas de CYPE. (2019). Retrieved 24 August 2019, from http://normativa.cype.es/#estructuras_de_acero_laminado_y_armado
- Retrieved (2019). 24 August 2019, from http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/30082/fichero/DOCUMENTOS%252FMANUAL+PROGRAMA%252FManual+Corelap+01.pdf

Logroño, septiembre de 2019

El alumno de la titulación de Grado en Ingeniería Mecánica

Fdo.: Cristian Bañares Santamaría

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

DOCUMENTO 2: PLANOS
“PROYECTO NAVE INDUSTRIAL”

Alumno: CRISTIAN BAÑARES SANATAMARÍA

Tutores: ESTEBAN FRAILE GRACÍA
JAVIER FERREIRO CABELLO

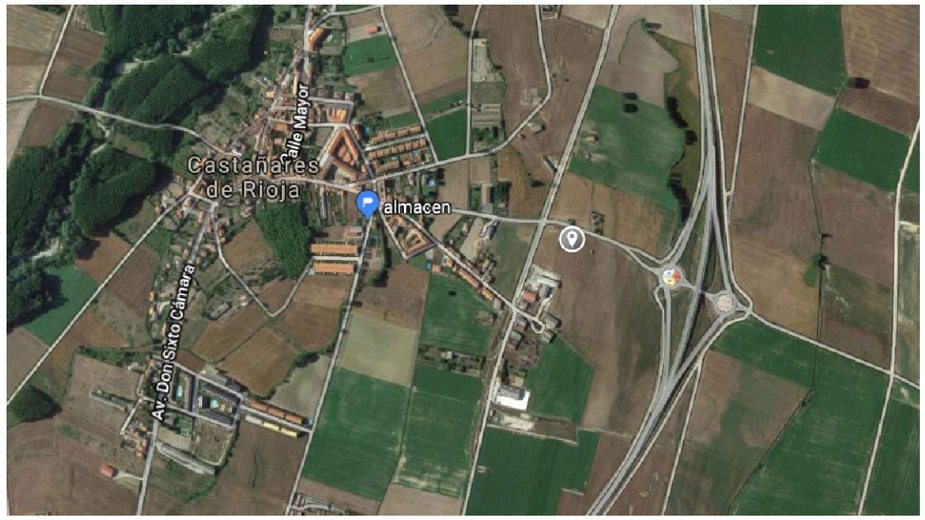
SEPTIEMBRE DE 2019

Índice

Mapa de Situaciación

Mapa de Emplazamiento

Mapa de Localización



	FECHA	NOMBRE	
Dibujado	29/07/2019	Cristian Bañares	
Comprobado			
		Tolerancia general	

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial
Universidad de La Rioja

Ingeniería Industrial Mecánica

Escalas:

Proyección

Trabajo Fín de Grado

Plano de Situación y Emplazamiento

Codigo de referencia: 0.0

Numero de plano: 0

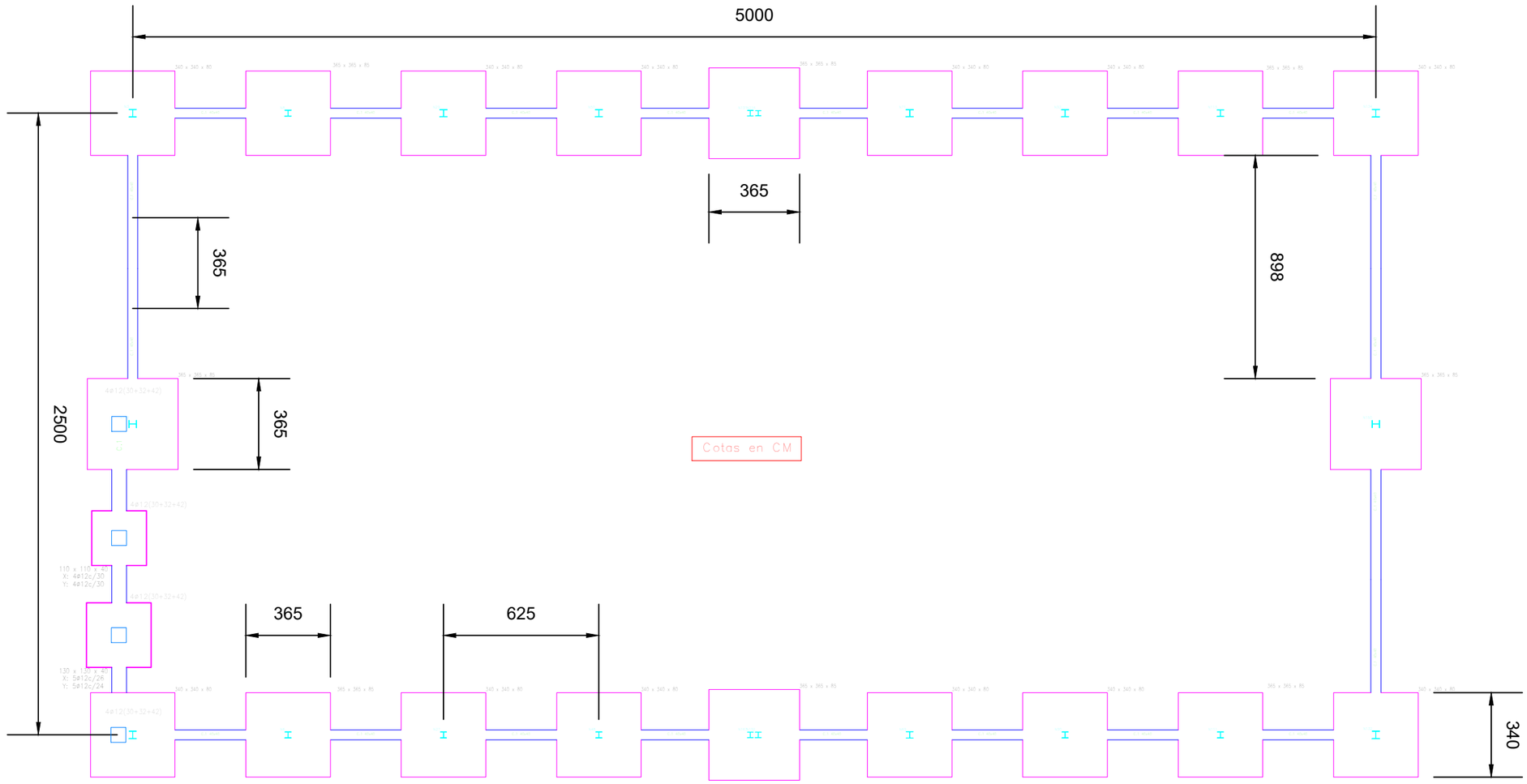
Sustituye a:

Sustituido por:

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



Pórticos Cálculo Tubular
Escala: 1:50

CUADRO DE VIGAS DE ATADO

Resumen Acero Elemento y Viga		Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
B 500 S, Ys=1,15	ø8	404,3	176	
	ø12	622,4	608	
	ø16	3270,1	5677	6461

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN LA INSTRUCCIÓN EHE-08

CARACTERÍSTICAS DE ACEROS

ELEMENTO	TIPO DE ACERO	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA (N/mm2)	RESISTENCIA DE CÁLCULO (N/mm2)
CIMENTACIÓN	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,78
ELEMENTOS INTERIORES	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,78
ELEMENTOS EXTERIORES	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,78
ELEMENTOS EXTERIORES	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,78

EJECUCIÓN

TIPO DE ACCIÓN	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD: FAVORABLE	DESFAVORABLE
PERMANENTE	NORMAL	1,00	1,35
PERMANENTE (ØD CRÍT.)	NORMAL	1,00	1,50
VARIABLE	NORMAL	0,00	1,50

CARACTERÍSTICAS DE HORMIGONES

ELEMENTO	CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN (*)- En ambiente IIIGENERAL MENTE a estructuras protegidas de la lluvia	TIPO DE HORMIGÓN	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A los 7 días (N/mm2)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A los 28 días (N/mm2)	RESISTENCIA DE CÁLCULO (N/mm2)
CIMENTACIÓN	NORMAL-HUMEDAD ALTA	HA-35/B/40/Ha	ESTADÍSTICO	1,50	16,35	35,00	16,66
ELEMENTOS INTERIORES	NO AGRESIVA	HA-35/B/30/A	ESTADÍSTICO	1,50	16,35	35,00	16,66
ELEMENTOS EXTERIORES	NORMAL-HUMEDAD MEDIA (*)	HA-35/B/30/Ib	ESTADÍSTICO	1,50	16,35	35,00	16,66
		HA-35/B/30/Ha			16,35	35,00	16,66

RECUBRIMIENTO MÍNIMO DEL ACERO (mm)
VIDA ÚTIL (tg) = 50 AÑOS

	CEM I	CEM II
CON HORMIGÓN DE LIMPIEZA = 35		
DIRECTAMENTE SOBRE EL TERRENO = 70		
	25	25
	30	30
	25	30

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	29/07/2019	Cristian Bañares
Comprobado		
		Tolerancia general

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial
Universidad de La Rioja

Ingeniería Industrial Mecánica

Escalas: 1:200

Proyección

Trabajo Fín de Grado

Cuadro de Cimentación Nave

Codigo de referencia: 01.01

Numero de plano: 01

Sustituye a:

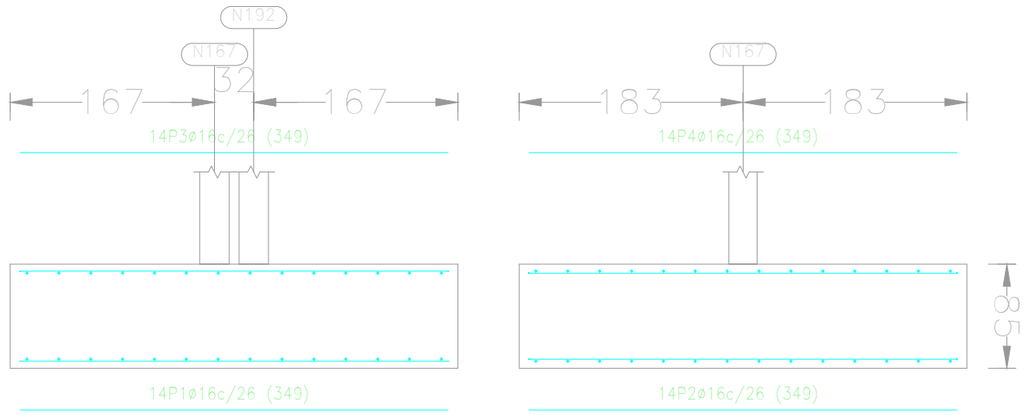
Sustituido por:

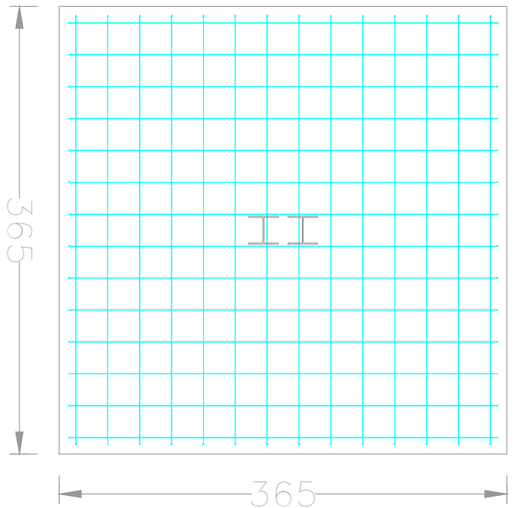
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

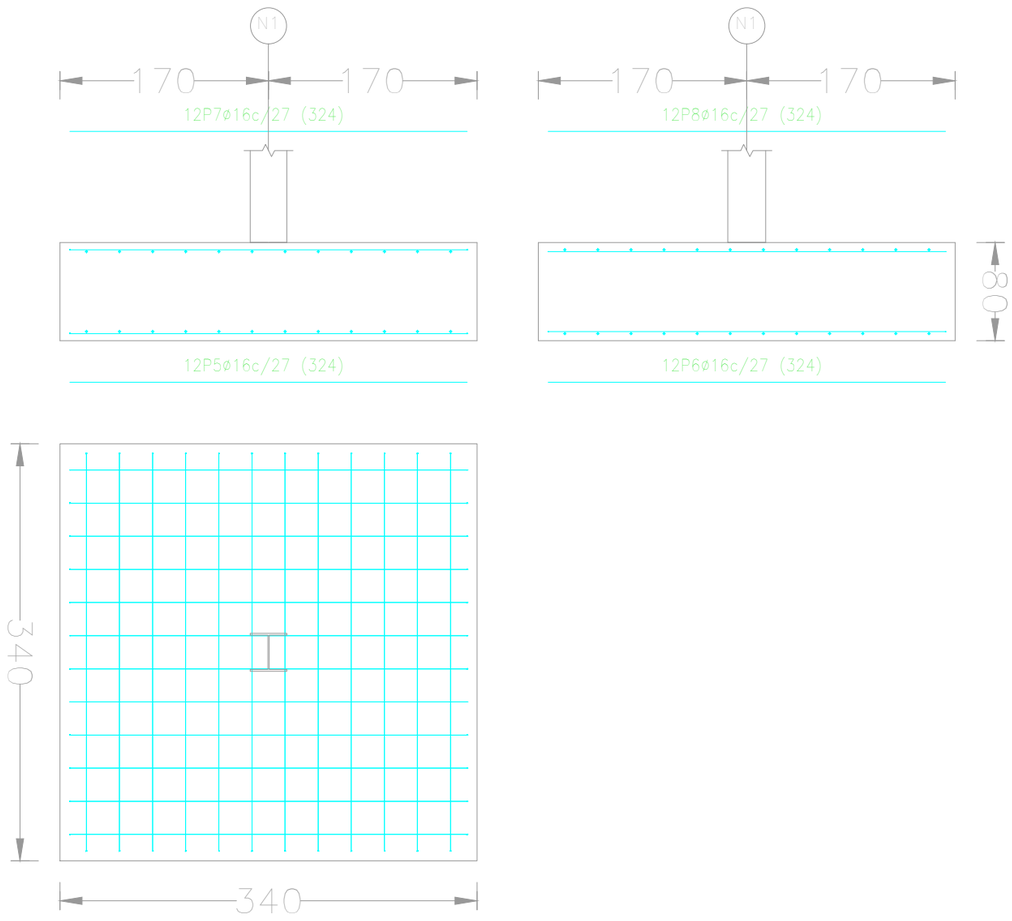
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

(N167 – N192), (N191 – N216), N149 y N150





N1, N3, N6, N8, N27, N29, N48, N50, N69, N71, N90, N92, N111, N113, N132 y N134



Pórticos Celosía Tubular
Escala: 7:1

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
(N167 – N192)=(N191 – N216) N149=N150	1	ø16	14	349	4886	77.1
	2	ø16	14	349	4886	77.1
	3	ø16	14	349	4886	77.1
	4	ø16	14	349	4886	77.1
					Total+10%:	339.2
					(x4):	1356.8
N1=N3=N6=N8=N27=N29=N48 N50=N69=N71=N90=N92=N111 N113=N132=N134	5	ø16	12	324	3888	61.4
	6	ø16	12	324	3888	61.4
	7	ø16	12	324	3888	61.4
	8	ø16	12	324	3888	61.4
					Total+10%:	270.2
					(x16):	4323.2
					ø16:	5680.0
					Total:	5680.0

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	29/07/2019	Cristian Bañares
Comprobado		
		Tolerancia general

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial
Universidad de La Rioja

Ingeniería Industrial Mecánica

Escalas: 1:50

Proyección

Trabajo Fín de Grado

Zapatas Nave

Codigo de referencia: 01.02

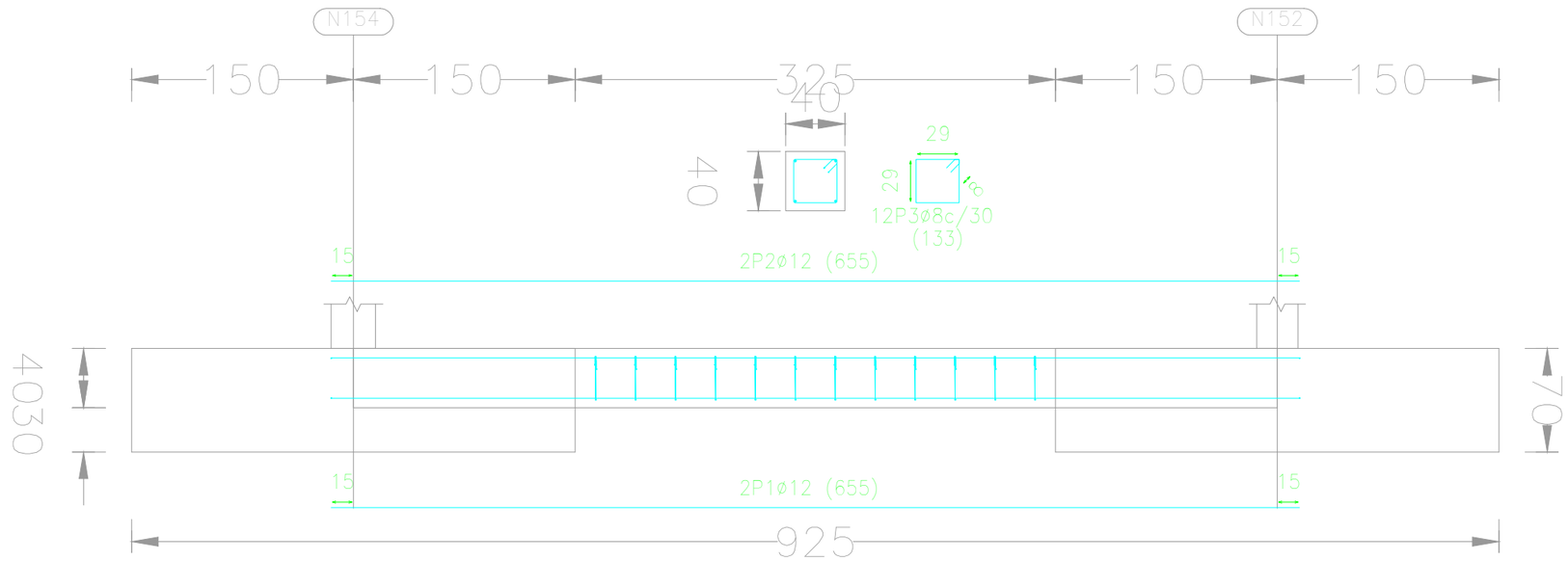
Numero de plano: 02

Sustituye a:

Sustituido por:

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

C.1 [N154-N152], C.1 [N132-N111], C.1 [N154-N134], C.1 [N69-(N171 - N196)], C.1 [N151-N149], C.1 [N113-N92], C.1 [N152-N150], C.1 [N134-N113], C.1 [N6-N1], C.1 [N90-N69], C.1 [N149-N1], C.1 [N111-N90], C.1 [N153-N151], C.1 [N8-N3], C.1 [N92-N71], C.1 [N50-(N195 - N220)], C.1 [N50-N29], C.1 [N48-N27], C.1 [N150-N132], C.1 [N27-N6], C.1 [N153-N3], C.1 [N71-(N195 - N220)], C.1 [N48-(N171 - N196)] y C.1 [N29-N8]



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
C.1 [N154-N152]	1	ø12	2	655	1310	11.6
C.1 [N132-N111]	2	ø12	2	655	1310	11.6
C.1 [N154-N134]	3	ø8	12	133	1596	6.3
C.1 [N69-(N171 - N196)]						
C.1 [N151-N149]						
C.1 [N113-N92]						
C.1 [N152-N150]						
C.1 [N134-N113]=C.1 [N6-N1]						
C.1 [N90-N69]=C.1 [N149-N1]						
C.1 [N111-N90]						
C.1 [N153-N151]=C.1 [N8-N3]						
C.1 [N92-N71]						
C.1 [N50-(N195 - N220)]						
C.1 [N50-N29]=C.1 [N48-N27]						
C.1 [N150-N132]=C.1 [N27-N6]						
C.1 [N153-N3]						
C.1 [N71-(N195 - N220)]						
C.1 [N48-(N171 - N196)]						
C.1 [N29-N8]						
					Total+10%:	32.5
					(x24):	780.0
					ø8:	168.0
					ø12:	612.0
					Total:	780.0

Pórticos Celosia Tubular
Escala: 1:40

	FECHA	NOMBRE	
Dibujado	29/07/2019	Cristian Bañares	
Comprobado			
		Tolerancia general	

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial
Universidad de La Rioja

Ingeniería Industrial Mecánica

Escalas: 1:40

Proyección

Trabajo Fín de Grado

Vigas de Atado

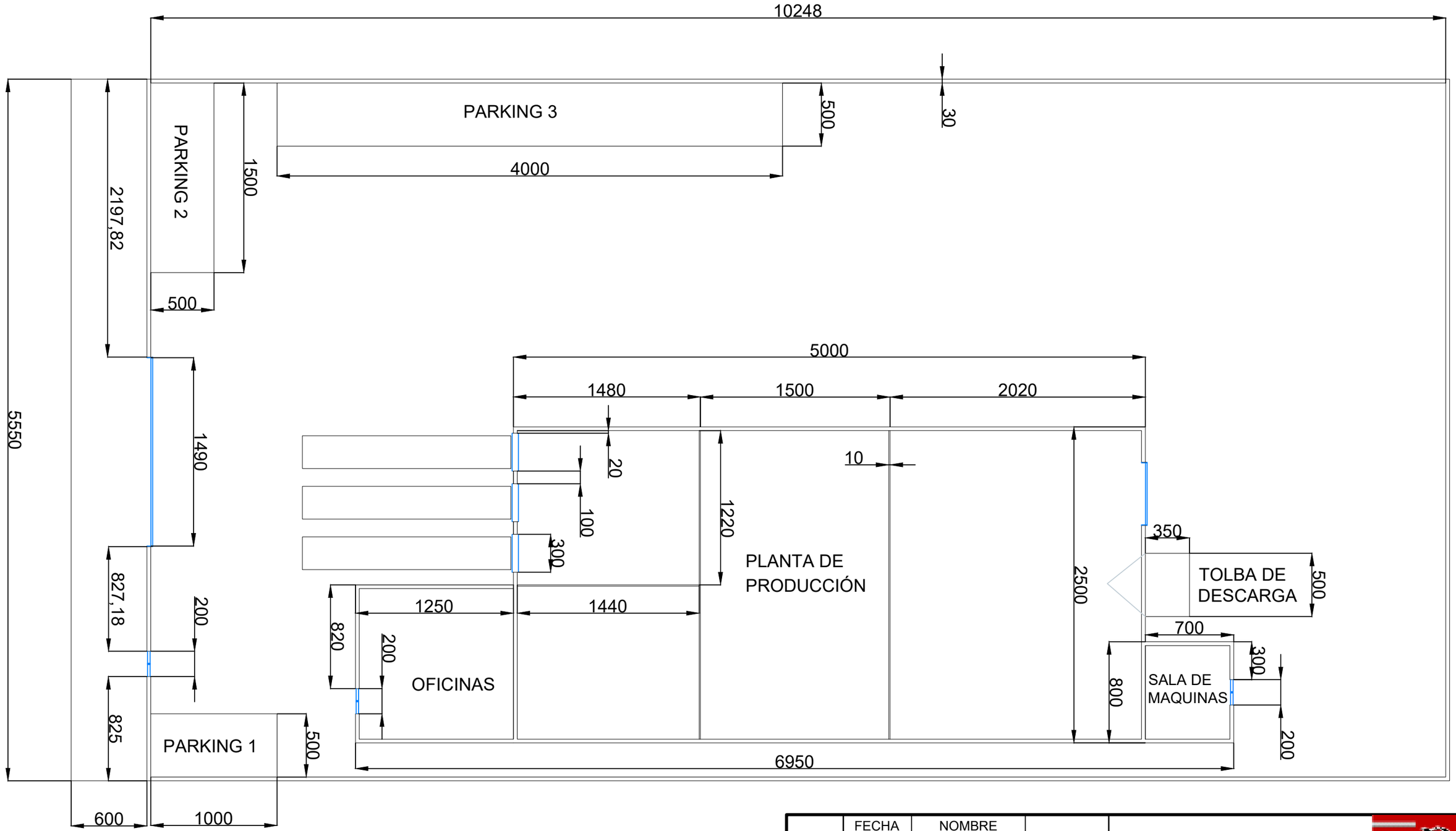
Codigo de referencia: 01.03

Numero de plano: 03

Sustituye a:

Sustituido por:

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



	FECHA	NOMBRE
Dibujado	13/06/2019	Cristian Bañares
Comprobado		
		Tolerancia general

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial
Universidad de La Rioja

Ingeniería Industrial Mecánica

Escalas:
1:3000

Proyección

Trabajo Fín de Grado

Superficie de Planta

Codigo de referencia: 01.04

Numero de plano: 04

Sustituye a:

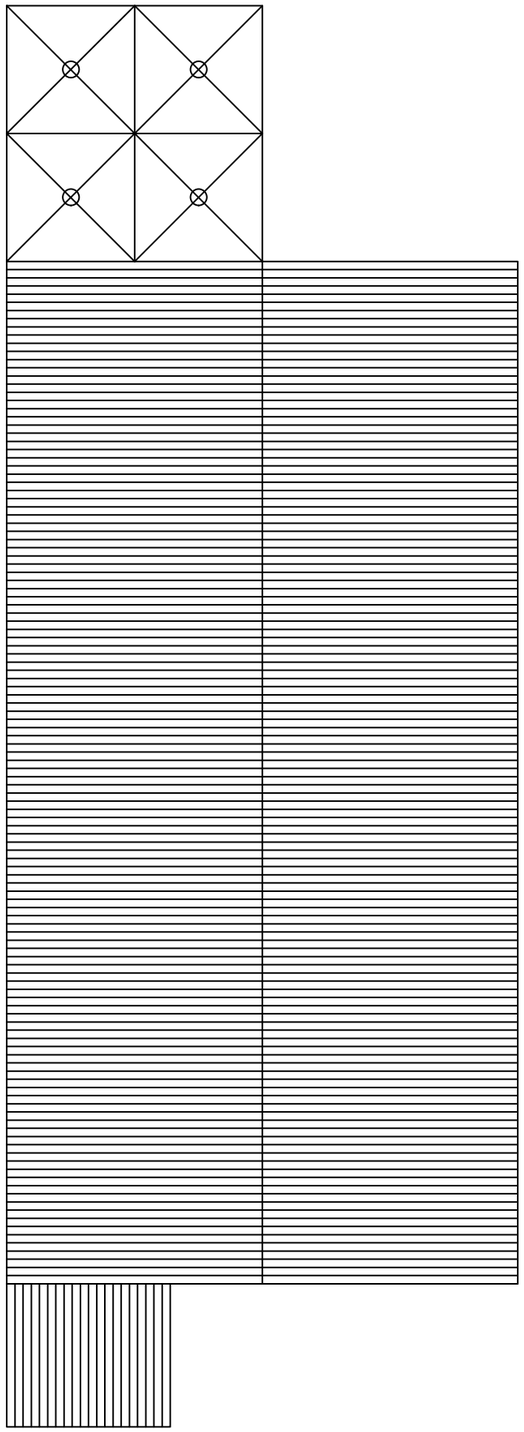
Sustituido por:

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

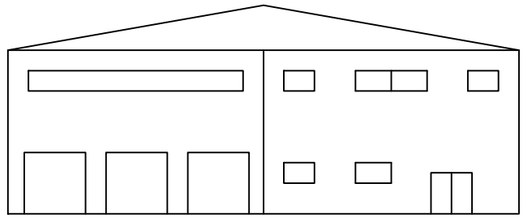
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

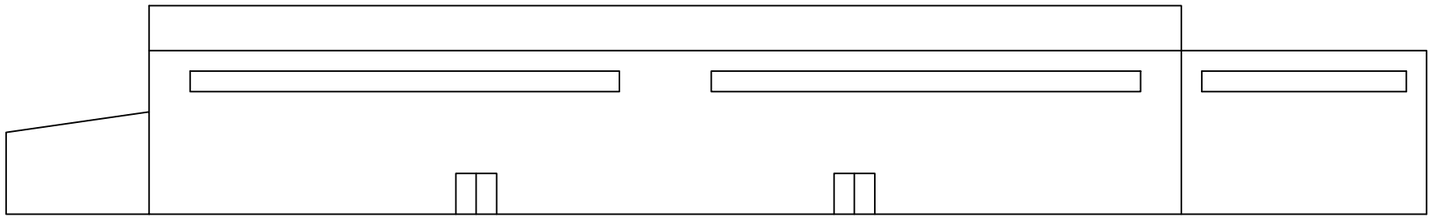
Planta



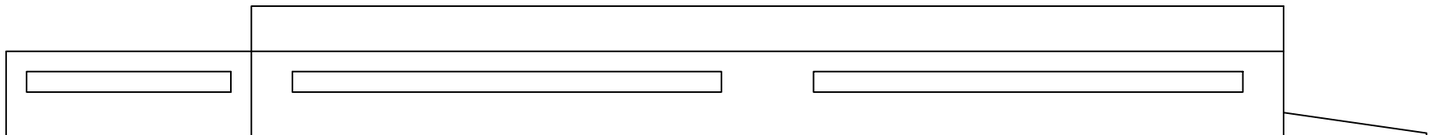
Alzado



Perfíl Izquierdo



Perfíl Derecho



	FECHA	NOMBRE	
Dibujado	29/07/2019	Cristian Bañares	
Comprobado			
		Tolerancia general	

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial
Universidad de La Rioja

Ingeniería Industrial Mecánica

Escalas:
1:3000

Proyección

Trabajo Fín de Grado

Vistas Nave y Oficinas

Codigo de referencia: 01.05

Numero de plano: 05

Sustituye a:

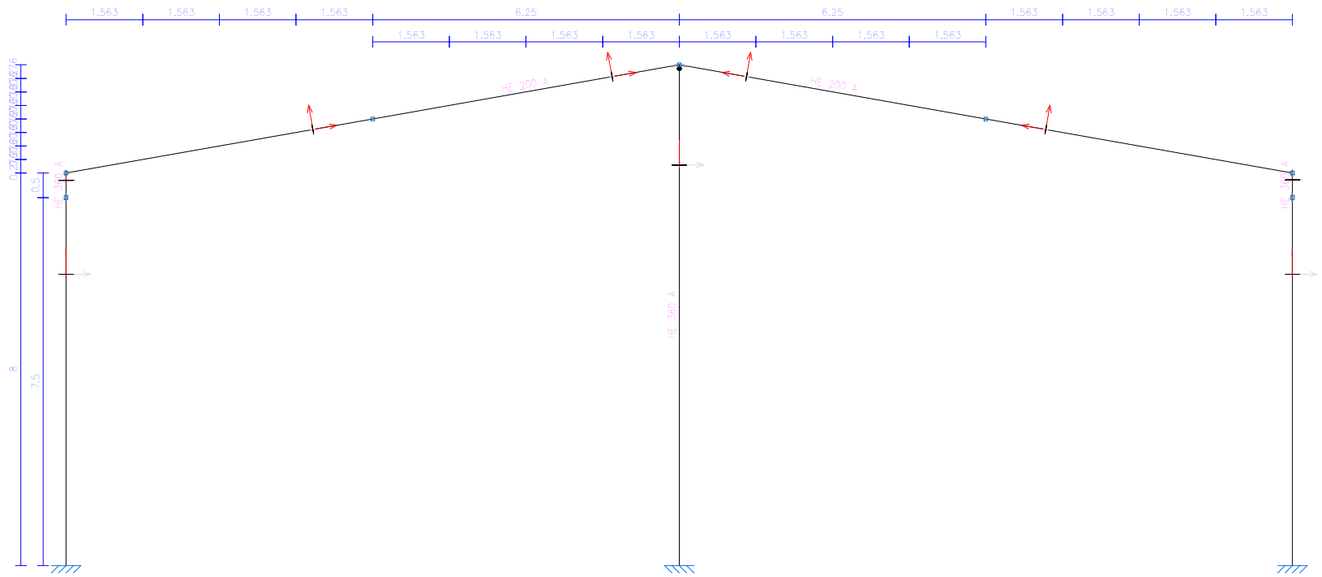
Sustituido por:

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

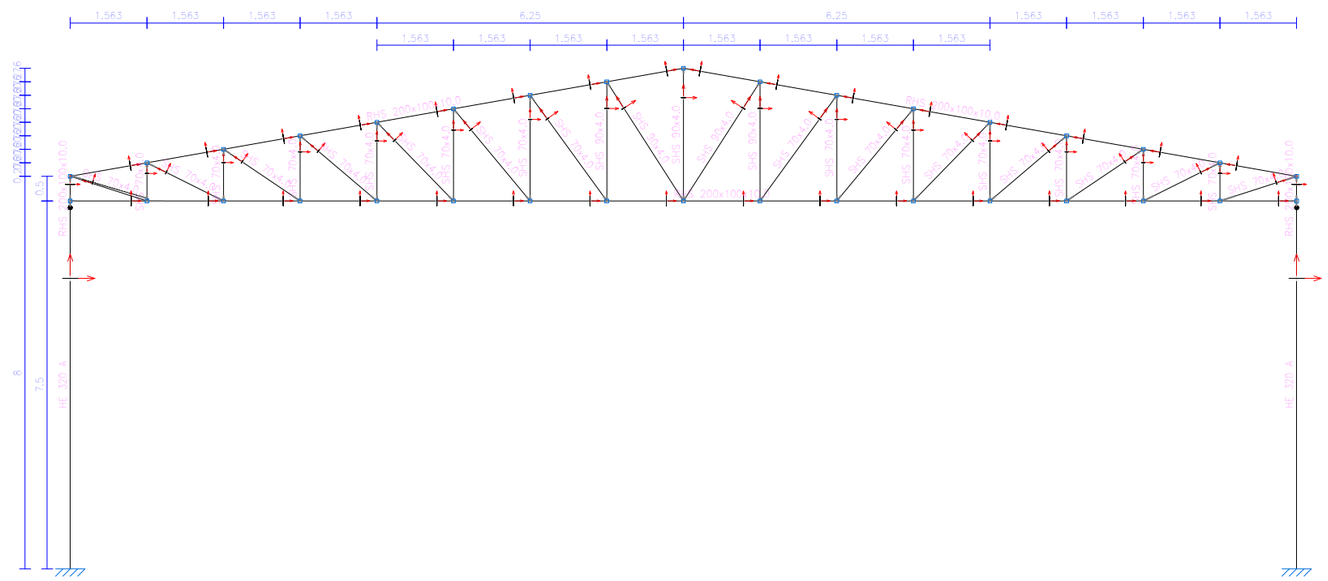
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

Pórtico Exterior



Pórticos Celosía Americana Final
Norma de acero laminado: CTE DB SE-A
Acero laminado: S275
Escala: 1:125

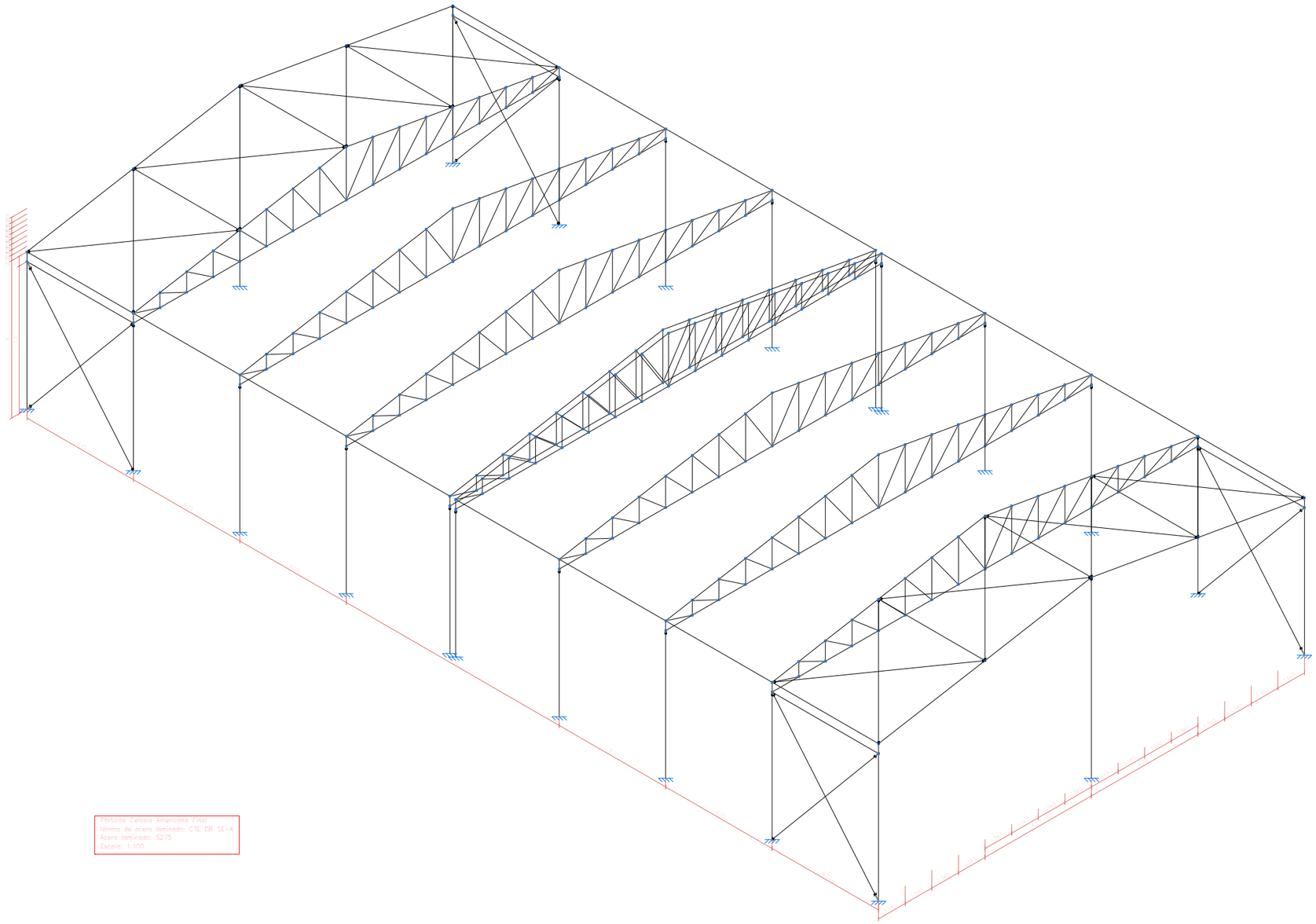
Pórtico Celosía



	FECHA	NOMBRE		Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial **Universidad de La Rioja** Ingeniería Industrial Mecánica
Dibujado	29/07/2019	Cristian Bañares		
Comprobado				
		Tolerancia general		

Escalas: 1:125	Trabajo Fín de Grado	Codigo de referencia: 01.06
		Numero de plano: 06
Proyección	Póticos Nave	Sustituye a:
		Sustituido por:

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



Pórticos Celosía Americana Final
Norma de acero laminado: CTE DB SE-A
Acero laminado: S275
Escala: 1:100

	FECHA	NOMBRE	
Dibujado	29/07/2019	Cristian Bañares	
Comprobado			
		Tolerancia general	

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial
Universidad de La Rioja

Ingeniería Industrial Mecánica

Escalas: 1:200

Proyección

Trabajo Fín de Grado

Estructura Nave

Codigo de referencia: 01.07

Numero de plano: 07

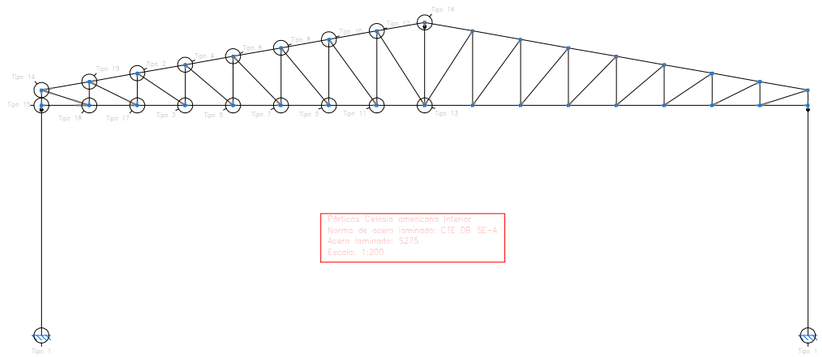
Sustituye a:

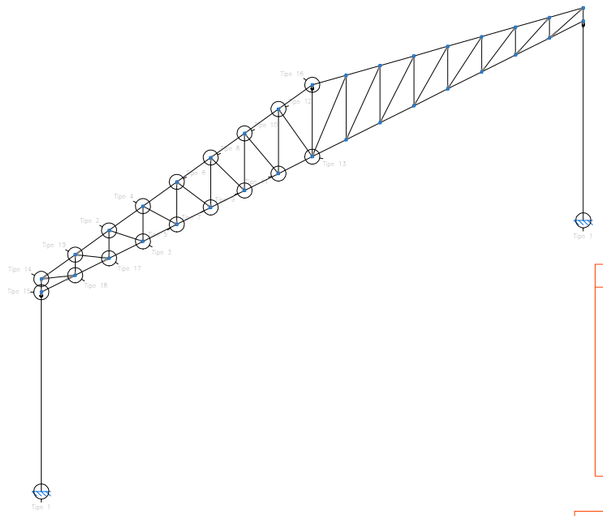
Sustituido por:

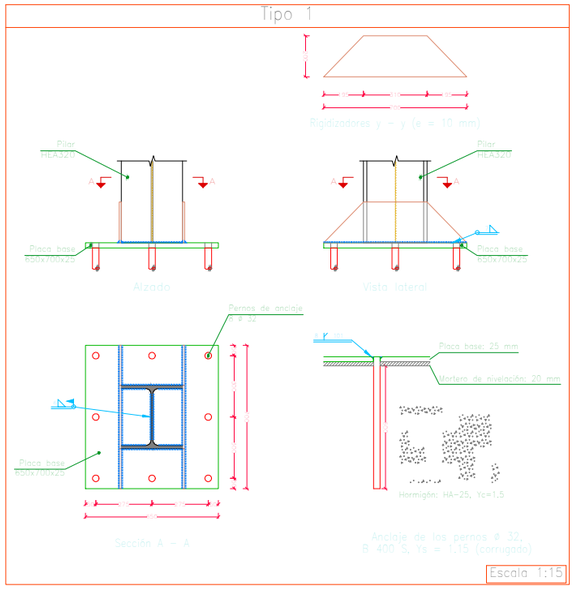
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

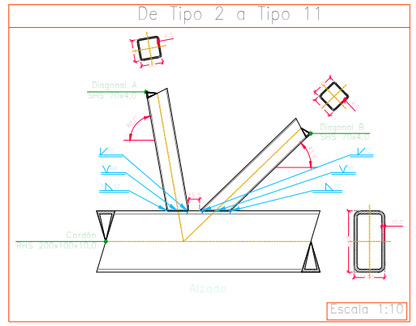
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

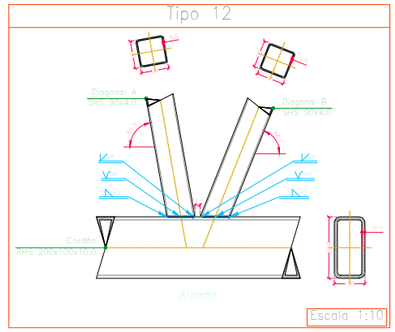
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

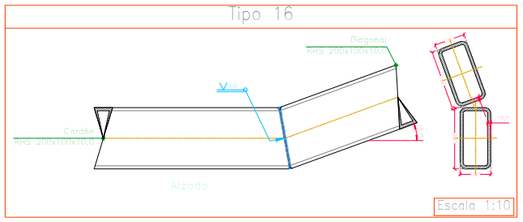


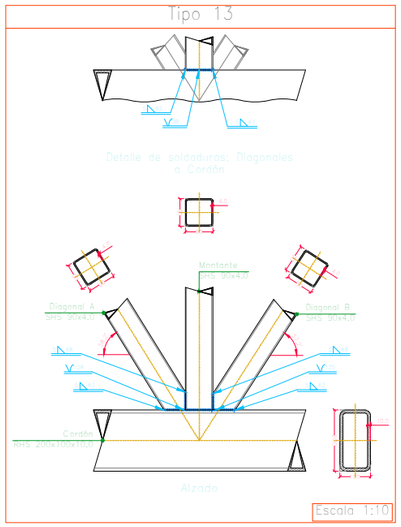


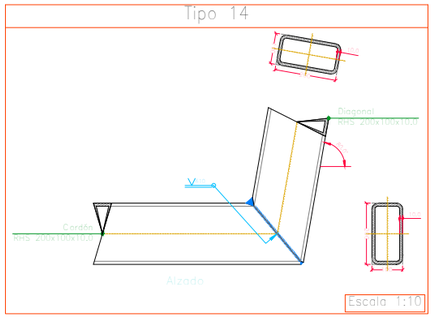


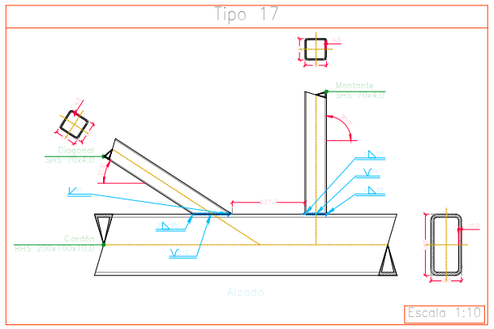


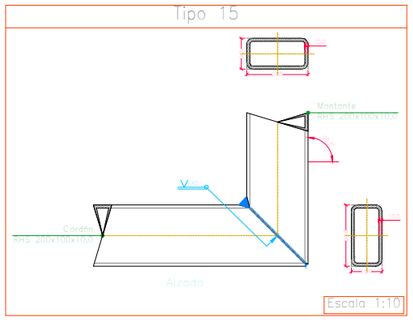


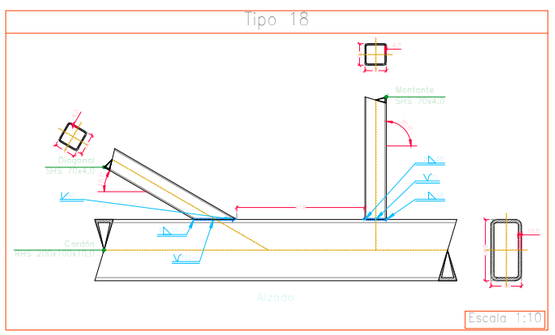


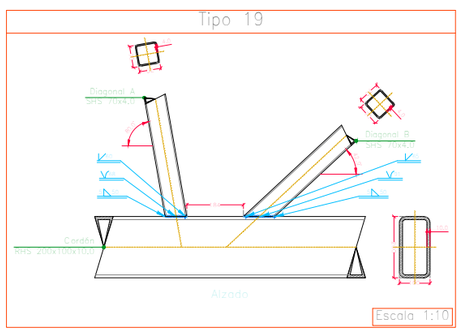












	FECHA	NOMBRE	
Dibujado	29/07/2019	Cristian Bañares	
Comprobado			
		Tolerancia general	

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial
Universidad de La Rioja

Ingeniería Industrial Mecánica

Escalas: 1:200

Proyección

Trabajo Fín de Grado

Uniones Pórticos Celosia

Codigo de referencia: 01.08

Numero de plano: 08

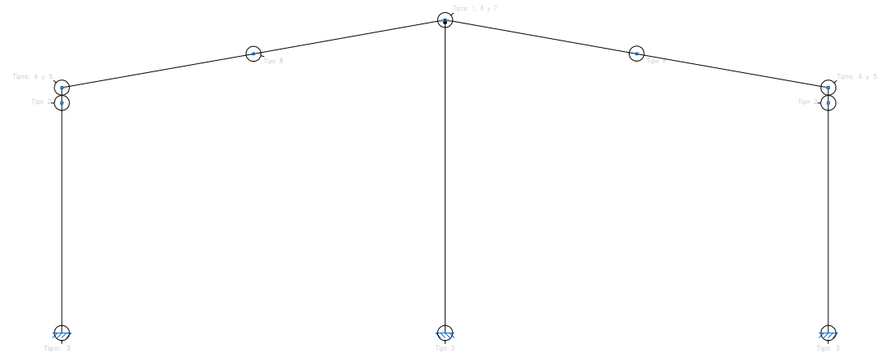
Sustituye a:

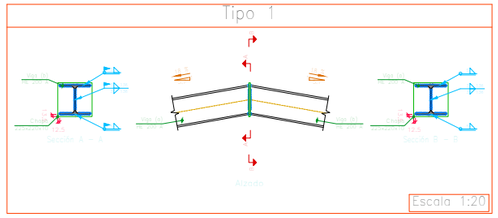
Sustituido por:

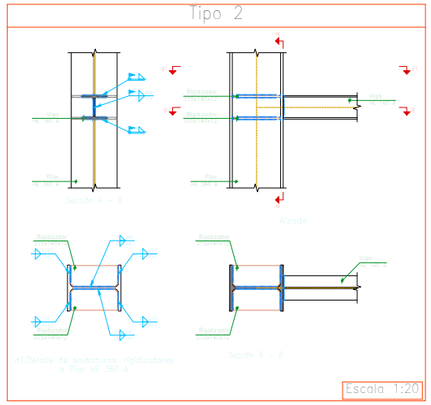
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

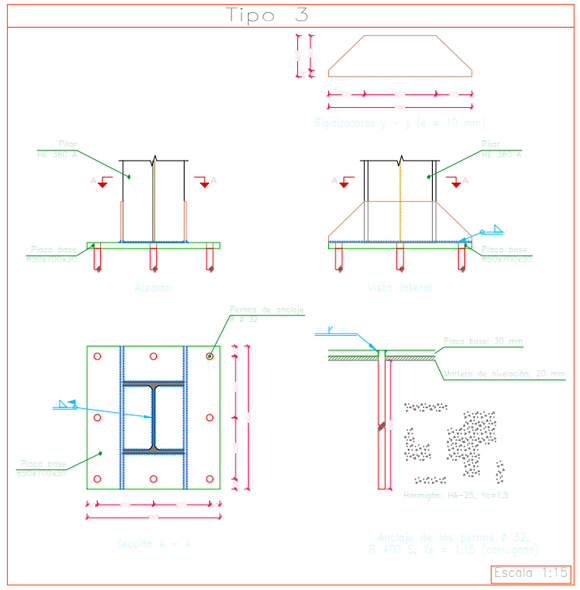
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

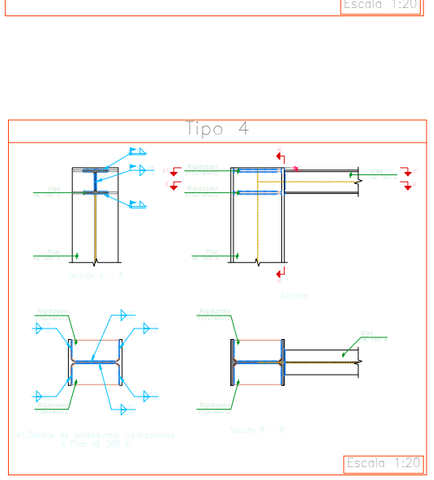
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

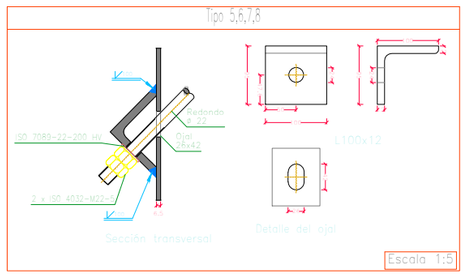










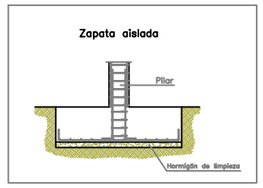


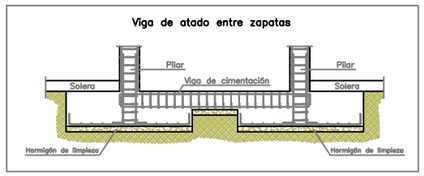
	FECHA	NOMBRE		Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial **Universidad de La Rioja** Ingeniería Industrial Mecánica
Dibujado	29/07/2019	Cristian Bañares		
Comprobado				
		Tolerancia general		

Escalas: 1:200	Trabajo Fín de Grado	Codigo de referencia: 01.09 Numero de plano: 9
Proyección	Uniones Pórticos Exteriores	Sustituye a: Sustituido por:

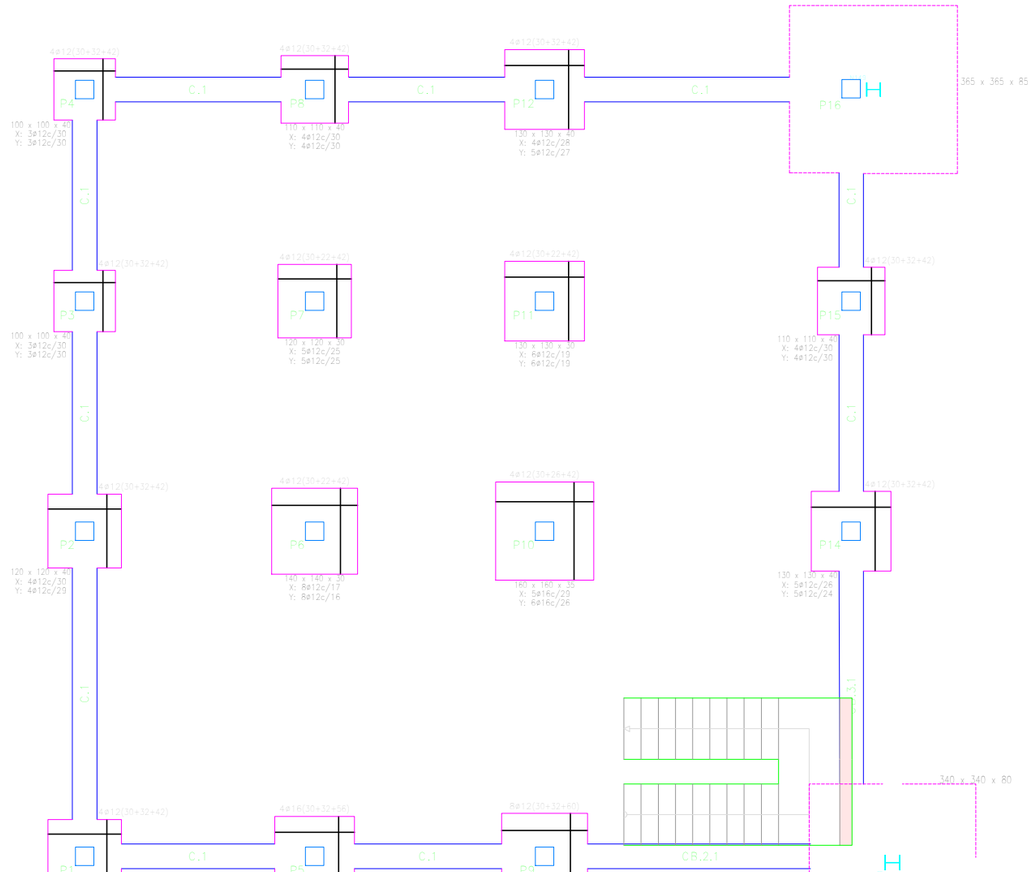
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CIMENTACION





DATOS GEOTECNICOS
-TENSION ADMISIBLE DEL TERRENO CONSIDERADA σ t=0.20N/mm²
- ϕ=30º

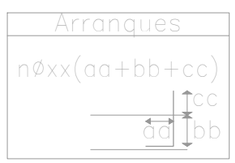


CUADRO DE ELEMENTOS DE CIMENTACIÓN				
Referencias	Dimensiones (cm)	Pozo (cm)	Armado inf.	Armado sup. X
P1	120x120	40	4ø12c/30	4ø12c/30
P2	120x120	40	4ø12c/30	4ø12c/29
P3 y P4	100x100	40	3ø12c/30	3ø12c/30
P5	130x130	40	4ø12c/29	5ø12c/25
P6	140x140	30	8ø12c/17	8ø12c/16
P7	120x120	30	5ø12c/25	5ø12c/25
P8, P15	110x110	40	4ø12c/30	4ø12c/30
P9	140x140	40	5ø12c/25	6ø12c/22
P10	160x160	30	5ø16c/29	6ø16c/26
P11	130x130	30	6ø12c/19	6ø12c/19
P12	130x130	40	4ø12c/28	5ø12c/27
P13	340x340	80	6ø12c/30	5ø16c/29
P14	130x130	40	5ø12c/26	5ø12c/24
P16	365x365	85	6ø12c/29	5ø12c/24

Cimentación
Cimentación
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
Aceros en cimentación: B 500 S, Ys=1.15
Escala: 1:200

Tabla de vigas de atado

40 / 40 — C.1 Arm. sup.: 2ø12 Arm. inf.: 2ø12 Estribos: 1xø8c/30	40 / 40 — CB.2.1 Arm. sup.: 2ø12 Arm. inf.: 4ø12 Estribos: 1xø8c/25	40 / 40 — CB.3.1 Arm. sup.: 2ø12 Arm. inf.: 3ø16 Estribos: 1xø8c/25



CUADRO DE CARACTERISTICAS SEGÚN LA INSTRUCCIÓN EHE-08

CARACTERISTICAS DE ACEROS							EJECUCIÓN			
ELEMENTO	TIPO DE ACERO	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD	RESISTENCIA CARACTERISTICA (N/mm2)	RESISTENCIA DE CALCULO (N/mm2)	TIPO DE ACCIÓN	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD		
								FAVORABLE	DESFAVORABLE	
CIMENTACIÓN	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,78	PERMANENTE	NORMAL	1,00	1,35	
ELEMENTOS INTERIORES	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,78	PERMANENTE (NO ÚSL)	NORMAL	1,00	1,60	
ELEMENTOS EXTERIORES	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,78	VARIABLE	NORMAL	0,00	1,60	
ELEMENTOS EXTERIORES	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,78					

CARACTERISTICAS DE HORMIGONES

ELEMENTO	CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN (*)- Es preciso SUMAR MEDIA 4 estribos poligonales de la Sede	TIPO DE HORMIGÓN	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD	RESISTENCIA CARACTERISTICA A los 7 días A los 28 días (N/mm2)	RESISTENCIA DE CÁLCULO (N/mm2)	RECUBRIMIENTO MÍNIMO DEL ACERO (mm) Vida útil (Vu) = 50 AÑOS	
							CEM I	OTROS
CIMENTACIÓN	NORMAL-HUMEDAD ALTA	HA-25/B/40/Ma	ESTADÍSTICO	1,50	16,25 25,00	10,00	CON HORMIGÓN DE LIMPIEZA – 35 DIRECTAMENTE SOBRE EL TERRENO – 70	
ELEMENTOS INTERIORES	NO AGRESIVA	HA-25/B/20/I	ESTADÍSTICO	1,50	16,25 25,00	16,66	25	35
ELEMENTOS EXTERIORES	NORMAL-HUMEDAD MEDIA (*)	HA-25/B/20/Ma	ESTADÍSTICO	1,50	16,25 25,00	16,66	30	35
		HA-25/B/20/Ma			16,25 25,00	16,66	25	30

	FECHA	NOMBRE	
Dibujado	29/07/2019	Cristian Bañares	
Comprobado			
		Tolerancia general	

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial
Universidad de La Rioja

Ingeniería Industrial Mecánica

Escalas:
1:200

Proyección

Trabajo Fín de Grado

Cimentación Oficinas

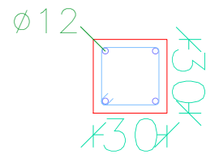
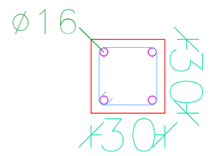
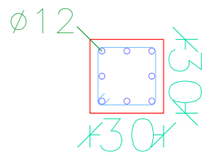
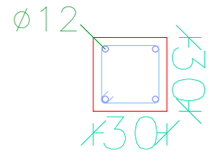
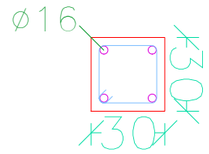
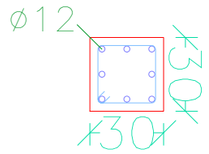
Codigo de referencia: 02.01

Numero de plano: 10

Sustituye a:

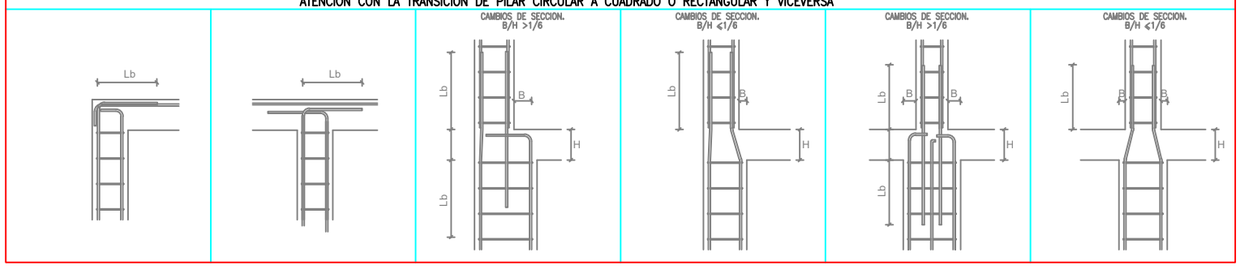
Sustituido por:

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

	P1=P2=P3=P4=P6 P7=P8=P10=P11 P12=P13=P14=P15 P16	P5	P9	
	 Arm. Long.: 4ø12 Estribos: ø6 c/15	 Arm. Long.: 4ø16 Estribos: ø6 c/20	 Arm. Long.: 8ø12 Estribos: ø6 c/15	Cubierta Techo Planta Baja
	 Arm. Long.: 4ø12 Estribos: ø6 c/15	 Arm. Long.: 4ø16 Estribos: ø6 c/20	 Arm. Long.: 8ø12 Estribos: ø6 c/15	Cimentación

Cuadro de pilares
Escala 1:50
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
Acero en barras: B 500 S, Ys=1.15
Acero en estribos: B 500 S, Ys=1.15

DETALLES GENERALES DE PILARES
ATENCION CON LA TRANSICION DE PILAR CIRCULAR A CUADRADO O RECTANGULAR Y VICEVERSA



CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN LA INSTRUCCIÓN EHE-08

CARACTERÍSTICAS DE ACEROS						EJECUCIÓN			
ELEMENTO	TIPO DE ACERO	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE MINORACIÓN	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA (N/mm2)	RESISTENCIA DE CÁLCULO (N/mm2)	TIPO DE ACCIÓN	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD	
								FAVORABLE	DESFAVORABLE
CIMENTACIÓN	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,78	PERMANENTE	NORMAL	1,00	1,35
ELEMENTOS INTERIORES	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,78	PERMANENTE (RD 476.)	NORMAL	1,00	1,60
ELEMENTOS EXTERIORES	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,78	VARIABLE	NORMAL	0,00	1,60
ELEMENTOS EXTERIORES	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,78				

CARACTERÍSTICAS DE HORMIGONES

ELEMENTO	CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN (*): En ambiente marino, nieve o ambiente protegido de la lluvia	TIPO DE HORMIGÓN	TIPO DE CONTROL	COEFICIENTE DE MINORACIÓN	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A los 7 días (N/mm2)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A los 28 días (N/mm2)	RESISTENCIA DE CÁLCULO (N/mm2)	RECUBRIMIENTO MÍNIMO DEL ACERO (mm) vida útil (tg) = 50 años	
								CEM I	OTROS
CIMENTACIÓN	NORMAL-HUMEDAD ALTA	HA-25/B/40/Ha	ESTADÍSTICO	1,50	16,33	25,00	16,66	CON HORMIGÓN DE LIMPIEZA — 30	
ELEMENTOS INTERIORES	NO AGRESIVA	HA-25/B/20/I	ESTADÍSTICO	1,50	16,33	25,00	16,66	20	25
ELEMENTOS EXTERIORES	NORMAL-HUMEDAD MEDIA (*)	HA-25/B/20/Ha	ESTADÍSTICO	1,50	16,33	25,00	16,66	20	25
		HA-25/B/20/Ha			16,33	25,00	16,66	25	30

	FECHA	NOMBRE	
Dibujado	29/07/2019	Cristian Bañares	
Comprobado			
		Tolerancia general	

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial
Universidad de La Rioja

Ingeniería Industrial Mecánica

Escalas: 1:25

Proyección

Trabajo Fín de Grado

Cuadro de Pilares Oficinas

Codigo de referencia: 02.02

Numero de plano: 11

Sustituye a:

Sustituido por:

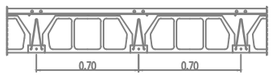
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

LOS NEGATIVOS ESTÁN INDICADOS POR NERVIO DE FORJADO

CARGAS CONSIDERADAS		
Varios :		KN/m2
Peso propio :	3.64	KN/m2
Pavimento :	2.00	KN/m2
Tabiquería :	1.00	KN/m2
Sobrecarga :	2.00	KN/m2
TOTAL :	8.64	KN/m2

CARACTERÍSTICAS FORJADO	
MALLAZO :	ME 20x30 ø4-4
DISTANCIA ENTRE EJES DE VIGUETAS :	70cm
CARRERA APUNTALAMIENTO CADA :	1.50m (Ejes)
MACIZADO DE CABEZA DE VIGUETAS:	≥ 15 cms
CANTO DEL FORJADO :	25+5 cm
BOVEDILLA UTILIZADA :	HORMIGÓN

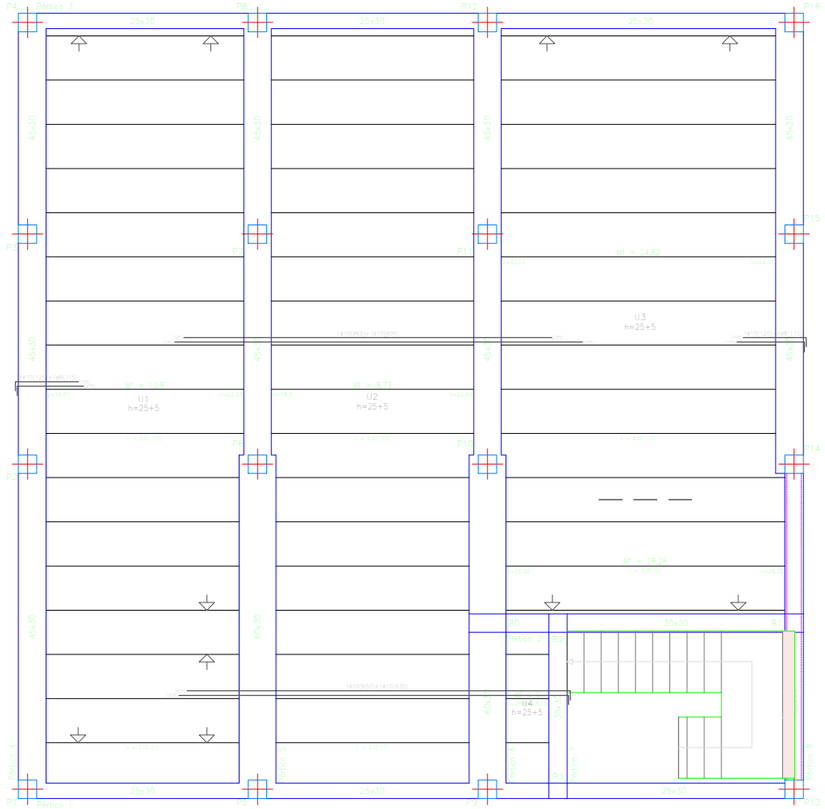
SECCIÓN TIPO



APOYO DE VIGUETAS EN VIGAS PLANAS

SOLAPE DE MALLAZO
Con esta colocación

Las barras de separación 20cms serán perpendiculares a los nervios de forjado



Techo Planta Baja
Replanteo
Hormigón: HA-25, Yc=1,5
Aceros en forjados: B 500 S, Ys=1,15
Mf: Momento flector de cálculo por metro de ancho (kN x m/m)
V: Cortante de cálculo por metro de ancho (kN/m)
Escala: 1:100

Tabla de características de forjados de viguetas (Grupo 1)
FORJADO DE VIGUETAS DE HORMIGÓN
Canto de bovedilla: 25 cm
Espesor capa compresión: 5 cm
Intereje: 72 cm
Bovedilla: De hormigón
Ancho del nervio: 12 cm
Volumen de hormigón: 0,106 m3/m2
Peso propio: 3,64 kN/m2 (Simple), 4,17 kN/m2 (Doble)
Nota: Consulte los detalles referentes a enlaces con forjados de la estructura principal y de las zonas

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN LA INSTRUCCIÓN EHE-08

CARACTERÍSTICAS DE ACEROS						EJECUCIÓN			
ELEMENTO	TIPO DE ACERO	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA (N/mm2)	RESISTENCIA DE CÁLCULO (N/mm2)	TIPO DE ACCIÓN	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD	
								FAVORABLE	DESFAVORABLE
CIMENTACIÓN	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,79	PERMANENTE	NORMAL	1,00	1,35
ELEMENTOS INTERIORES	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,79	PERMANENTE (NO CRL)	NORMAL	1,00	1,60
ELEMENTOS EXTERIORES	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,79	VARIABLE	NORMAL	0,00	1,60
	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,79				

CARACTERÍSTICAS DE HORMIGONES										
ELEMENTO	CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN	TIPO DE HORMIGÓN	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE SEGURIDAD	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A los 7 días(A los 28 días) (N/mm2)	RESISTENCIA DE CÁLCULO (N/mm2)	RECUBRIMIENTO MÍNIMO DEL ACERO (mm) Vida útil (tg) = 50 años		
	(*)- En anejo8a GENERAL MEDIA Y estructura protegidas de la lluvia						CEM I	OTROS	
CIMENTACIÓN	NORMAL-HUMEDAD ALTA	HA-35/B/40/Ia	ESTADÍSTICO	1,50	16,25 (35,00)	16,66	CON HORMIGÓN DE LIMPIEZA – 35 DIRECTAMENTE SOBRE EL TERRENO – 70		
ELEMENTOS INTERIORES	NO AGRESIVA	HA-25/B/20/I	ESTADÍSTICO	1,50	16,25 (25,00)	16,66	25	25	
ELEMENTOS EXTERIORES	NORMAL-HUMEDAD MEDIA (*)	HA-35/B/20/IIa	ESTADÍSTICO	1,50	16,25 (35,00)	16,66	30	35	
		HA-35/B/20/IIa			16,25 (35,00)	16,66	25	30	

	FECHA	NOMBRE	
Dibujado	29/07/2019	Cristian Bañares	
Comprobado			
		Tolerancia general	

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial
Universidad de La Rioja

Ingeniería Industrial Mecánica

Escalas: 1:100

Proyección

Trabajo Fín de Grado

Forjado Techo Planta Baja

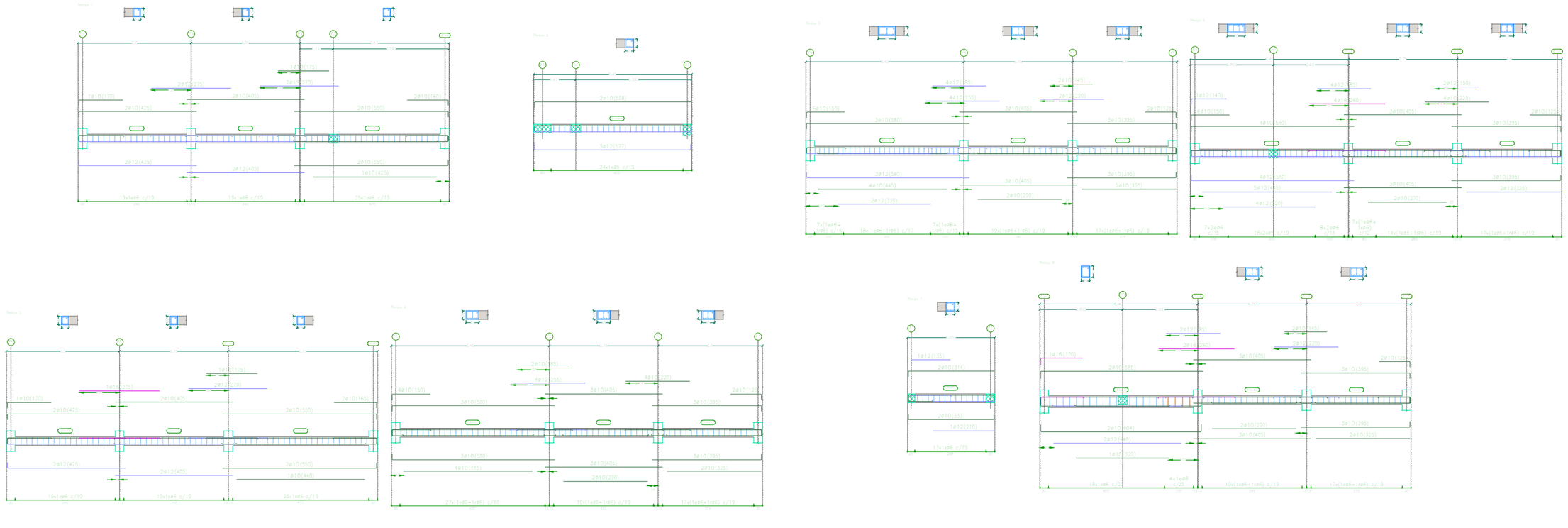
Codigo de referencia: 02.03

Numero de plano: 12

Sustituye a:

Sustituido por:

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



Techo Planta Baja
Despiece de vigas
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
Acero en barras: B 500 S, Ys=1.15
Acero en estribos: B 500 S, Ys=1.15
Escala pórticos 1:200
Escala secciones 1:200
Escala huecos 1:200

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN LA INSTRUCCIÓN EHE-08

CARACTERÍSTICAS DE ACEROS						EJECUCIÓN			
ELEMENTO	TIPO DE ACERO	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA (N/mm2)	RESISTENCIA DE CÁLCULO (N/mm2)	TIPO DE ACCIÓN	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD	
								FAVORABLE	DESFAVORABLE
CIMENTACIÓN	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,78	PERMANENTE	NORMAL	1,00	1,35
ELEMENTOS INTERIORES	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,78	PERMANENTE (NO GEL)	NORMAL	1,00	1,60
ELEMENTOS EXTERIORES	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,78	VARIABLE	NORMAL	0,00	1,50
ELEMENTOS EXTERIORES	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,78				

CARACTERÍSTICAS DE HORMIGONES

ELEMENTO	CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN (*) - En paréntesis clase de exposición media, si adoptamos protección de la losa	TIPO DE HORMIGÓN	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A los 7 días (N/mm2)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A los 28 días (N/mm2)	RESISTENCIA DE CÁLCULO (N/mm2)	RECUBRIMIENTO MÍNIMO DEL ACERO (mm) VIDA útil (t_g) = 50 años	
								CEM I	OTROS
CIMENTACIÓN	NORMAL-HUMEDAD ALTA	HA-25/B/40/Ro	ESTADÍSTICO	1,50	16,33	25,00	16,66	CON HORMIGÓN DE LIMPIEZA – 35 DIRECTAMENTE SOBRE EL TERRENO – 70	
ELEMENTOS INTERIORES	NO AGRESIVA	HA-25/B/20/I	ESTADÍSTICO	1,50	16,33	25,00	16,66	25	20
ELEMENTOS EXTERIORES	NORMAL-HUMEDAD MEDIA (*)	HA-25/B/20/Ro	ESTADÍSTICO	1,50	16,33	25,00	16,66	30	30
		HA-25/B/20/Ro			16,33	25,00	16,66	25	30

	FECHA	NOMBRE	
Dibujado	29/07/2019	Cristian Bañares	
Comprobado			
		Tolerancia general	

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial
Universidad de La Rioja

Ingeniería Industrial Mecánica

Escalas: 1:200

Proyección

Trabajo Fín de Grado

Póticos Techo Planta Baja

Codigo de referencia: 02.04

Numero de plano: 13

Sustituye a:

Sustituido por:

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

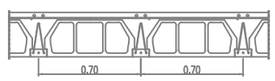
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

LOS NEGATIVOS ESTÁN INDICADOS POR NERVIO DE FORJADO

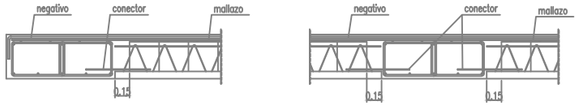
CARGAS CONSIDERADAS		
Varios :		KN/m2
Peso propio :	3.64	KN/m2
Pavimento :	3.00	KN/m2
Cargas muertas :	3.00	KN/m2
Sobrecarga :	1.00	KN/m2
TOTAL :	10.64	KN/m2

CARACTERÍSTICAS FORJADO	
MALLAZO :	ME 20x30 ø4-4
DISTANCIA ENTRE EJES DE VIGUETAS :	70cm
CARRERA APUNTALAMIENTO CADA :	1.50m (Ejes)
MACIZADO DE CABEZA DE VIGUETAS:	≥ 15 cms
CANTO DEL FORJADO :	25+5 cm
BOVEDILLA UTILIZADA :	HORMIGÓN

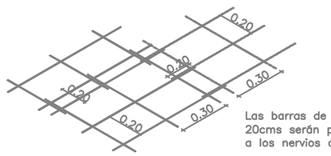
SECCIÓN TIPO



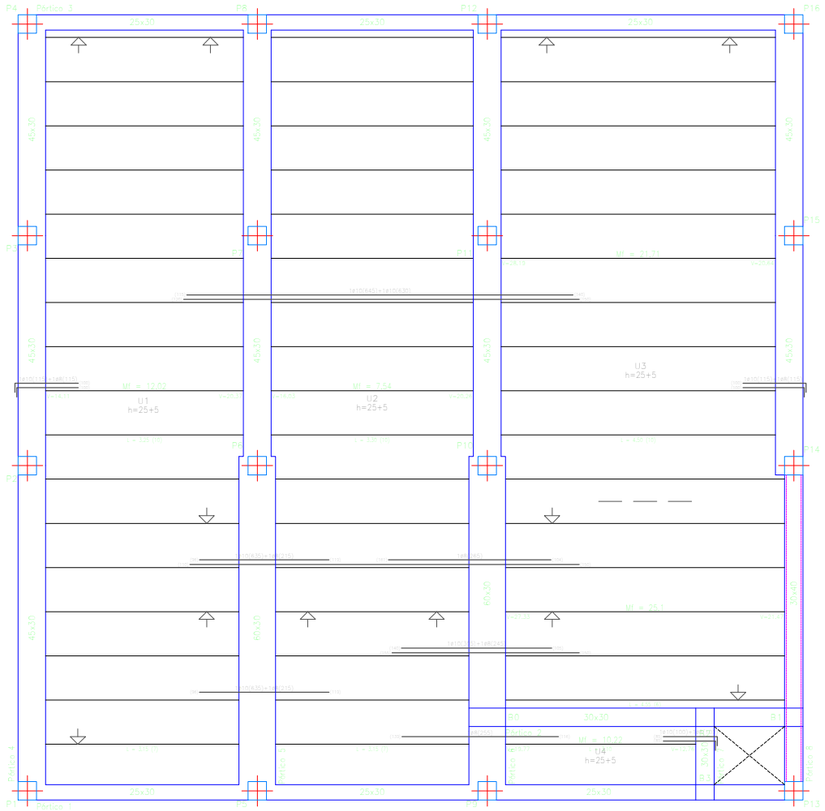
APOYO DE VIGUETAS EN VIGAS PLANAS



SOLAPE DE MALLAZO
Con esta colocación



Las barras de separación 20cms serán perpendiculares a los nervios de forjado



Techo Planta Baja
Replanteo
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
Aceros en forjados: B 500 S, Ys=1.15
M: Momento flector de cálculo por metro de ancho (kN x m/m)
V: Cortante de cálculo por metro de ancho (kN/m)
Escala: 1:100

Tabla de características de forjados de viguetas (Grupo 1)
FORJADO DE VIGUETAS DE HORMIGÓN
Canto de bovedilla: 25 cm
Espesor capa compresión: 5 cm
Intereje: 72 cm
Bovedilla: De hormigón
Ancho del nervio: 12 cm
Volumen de hormigón: 0,106 m3/m2
Peso propio: 3,64 kN/m2 (Simple), 4,17 kN/m2 (Doble)
Nota: Consulte los detalles referentes a enlaces con forjados de la estructura principal y de las zonas macizadas.

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN LA INSTRUCCIÓN EHE-08

CARACTERÍSTICAS DE ACEROS						EJECUCIÓN		
ELEMENTO	TIPO DE ACERO	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA (N/mm2)	RESISTENCIA DE CÁLCULO (N/mm2)	TIPO DE ACCIÓN	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD
								FAVORABLE / DESFAVORABLE
CIMENTACIÓN	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,78	PERMANENTE	NORMAL	1,00 / 1,35
ELEMENTOS INTERIORES	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,78	PERMANENTE (RD 6/6.)	NORMAL	1,00 / 1,60
ELEMENTOS EXTERIORES	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,78	VARIABLE	NORMAL	0,00 / 1,50
ELEMENTOS EXTERIORES	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,78			

CARACTERÍSTICAS DE HORMIGONES

ELEMENTO	CLASE GENERAL: Exposición, Resistencia mínima (*)- En ambiente marino añadir a exigencias propias de la tabla	TIPO DE HORMIGÓN	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A 28 Y 7 días (N/mm2)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A 28 días (N/mm2)	RESISTENCIA DE CÁLCULO (N/mm2)	RECUBRIMIENTO MÍNIMO DEL ACERO (mm) vida útil (y) = 50 años CEM I	OTROS
CIMENTACIÓN	NORMAL-HUMEDAD ALTA	HA-25/B/40/Ia	ESTADÍSTICO	1,50	16,33	25,00	16,66	CON HORMIGÓN DE LIMPIEZA – 35	DIRECTAMENTE SOBRE EL TERRENO – 70
ELEMENTOS INTERIORES	NO AGRESIVA	HA-25/B/20/I	ESTADÍSTICO	1,50	16,33	25,00	16,66	25	35
ELEMENTOS EXTERIORES	NORMAL-HUMEDAD MEDIA (*)	HA-25/B/20/Ib	ESTADÍSTICO	1,50	16,33	25,00	16,66	30	35
		HA-25/B/20/Ia			16,33	25,00	16,66	25	30

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	29/07/2019	Cristian Bañares
Comprobado		
		Tolerancia general

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial
Universidad de La Rioja

Ingeniería Industrial Mecánica

Escalas: 1:100

Proyección

Trabajo Fín de Grado

Forjado Cubierta

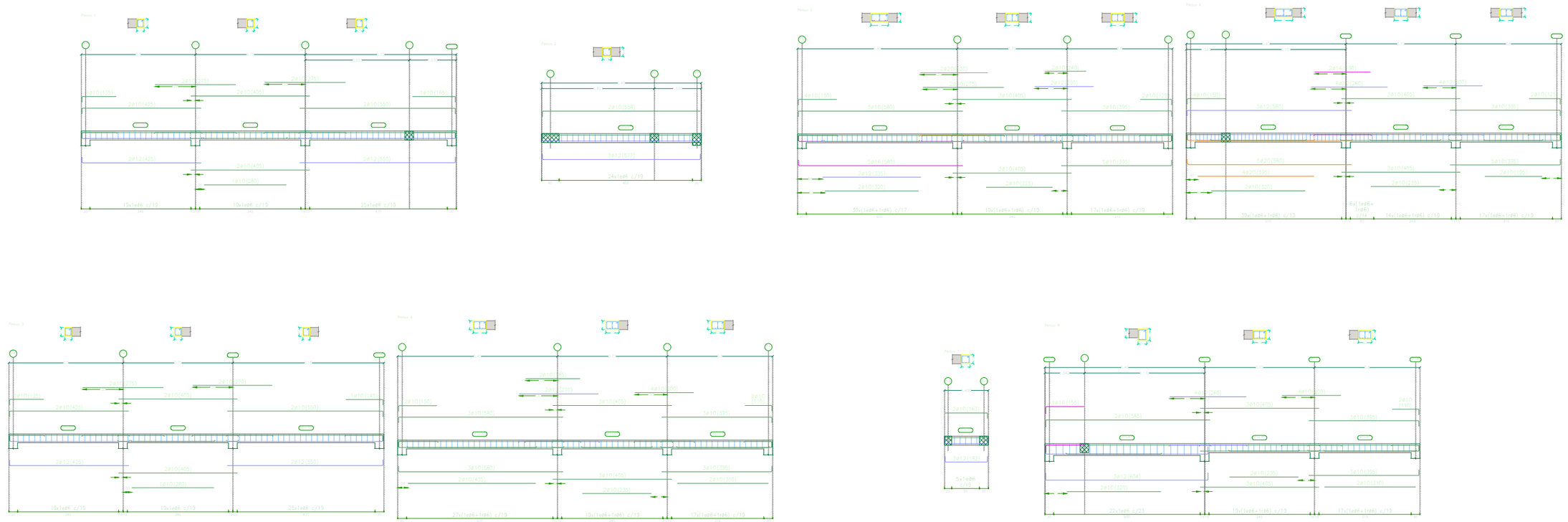
Codigo de referencia: 02.05

Numero de plano: 14

Sustituye a:

Sustituido por:

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



Cubierta
Despiece de vigas
Hormigón: HA-25, Yc=1.5
Acero en barras: B 500 S, Ys=1.15
Acero en estribos: B 500 S, Ys=1.15
Escala pórticos 1:200
Escala secciones 1:200
Escala huecos 1:200

CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN LA INSTRUCCIÓN EHE-08

CARACTERÍSTICAS DE ACEROS

ELEMENTO	TIPO DE ACERO	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA (N/mm2)	RESISTENCIA DE CÁLCULO (N/mm2)	EJECUCIÓN			
						TIPO DE ACCIÓN	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD	
								FAVORABLE	DESFAVORABLE
CIMENTACIÓN	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,78	PERMANENTE	NORMAL	1,00	1,50
ELEMENTOS INTERIORES	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,78	PERMANENTE (NO CIR.)	NORMAL	1,00	1,60
ELEMENTOS EXTERIORES	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,78	VARIABLE	NORMAL	0,00	1,60
ELEMENTOS EXTERIORES	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,78				

CARACTERÍSTICAS DE HORMIGONES

ELEMENTO	CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN (*) - En condiciones ambientales muy agresivas (**)	TIPO DE HORMIGÓN	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE PARCIAL DE SEGURIDAD	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A los 7 días (N/mm2)	A los 28 días (N/mm2)	RESISTENCIA DE CÁLCULO (N/mm2)	RECUBRIMIENTO MÍNIMO DEL ACERO (mm) VIDA UTIL (vu) = 50 años	
								CEM I	OTROS
CIMENTACIÓN	NORMAL-HUMEDAD ALTA	HA-25/B/40/Ha	ESTADÍSTICO	1,50	16,33	25,00	16,66	CON HORMIGÓN DE LIMPIEZA = 35	
ELEMENTOS INTERIORES	NO AGRESIVA	HA-25/B/20/I	ESTADÍSTICO	1,50	16,33	25,00	16,66	DIRECTAMENTE SOBRE EL TERRENO = 70 25	25
ELEMENTOS EXTERIORES	NORMAL-HUMEDAD MEDIA (*)	HA-25/B/30/Ha	ESTADÍSTICO	1,50	16,33	25,00	16,66	30	35
		HA-25/B/30/Ha			16,33	25,00	16,66	25	30

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	29/07/2019	Cristian Bañares
Comprobado		
		Tolerancia general

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial
Universidad de La Rioja

Ingeniería Industrial Mecánica

Escalas: 1:200

Proyección

Trabajo Fín de Grado

Póticos Cubierta Oficinas

Codigo de referencia: 02.06

Numero de plano: 15

Sustituye a:

Sustituido por:

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

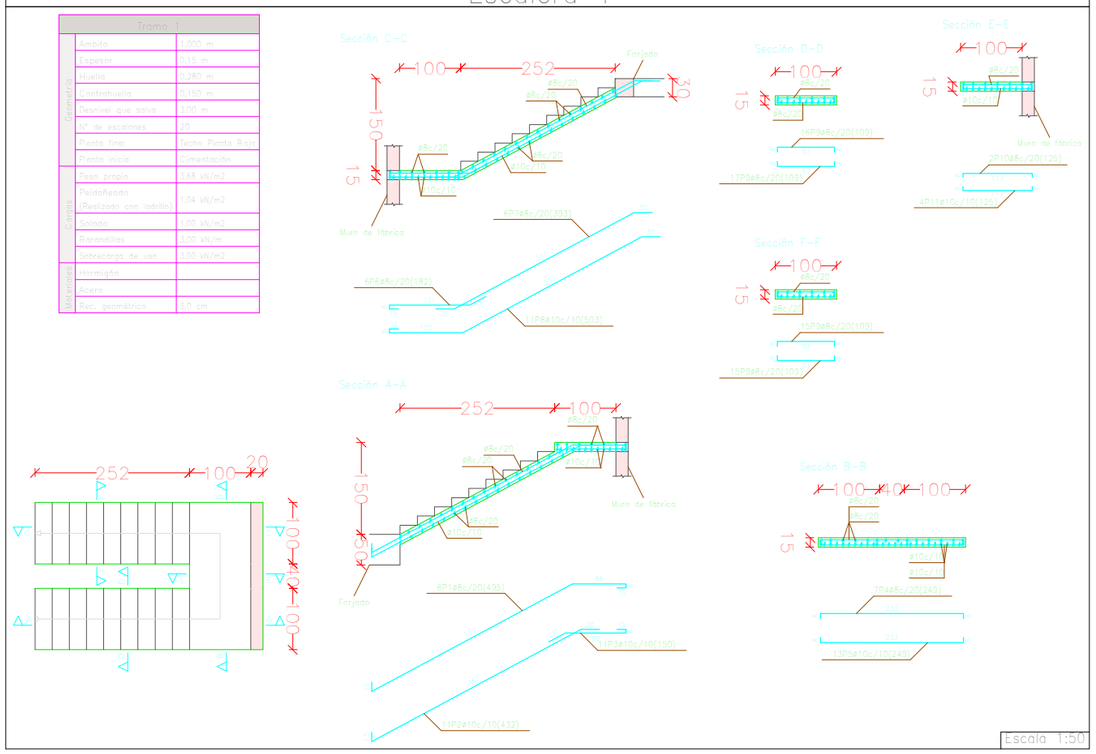
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
Escalera 1-Tramo 1	1	ø8	6	495	2970	11.7
	2	ø10	11	432	4752	29.3
	3	ø10	11	150	1650	10.2
	4	ø8	7	249	1743	6.9
	5	ø10	13	249	3237	20.0
	6	ø8	6	182	1092	4.3
	7	ø8	6	393	2358	9.3
	8	ø10	11	503	5533	34.1
	9	ø8	63	109	6867	27.1
	10	ø8	2	125	250	1.0
	11	ø10	4	125	500	3.1
					Total+10%	172.7
					ø8:	66.3
					ø10:	106.4
					Total:	172.7

Resumen Acero Escalera 1		Long. total (m)	Peso+10% (kg)	Total
B 500 S, Ys=1.15	ø8	152.8	66	
	ø10	156.7	106	172

Escalera 1

Tramo 1		
GEOMETRIA	Ámbito	1.000 m
	Espesor	0.15 m
	Huella	0.280 m
	Contrahuella	0.150 m
	Desnivel que salva	3.00 m
	Nº de escalones	20
	Planta final	Techo Planta Baja
	Planta inicial	Cimentación
CARGAS	Peso propio	3.68 kN/m2
	Paldañeado (Realizado con ladrillo)	1.04 kN/m2
	Solado	1.00 kN/m2
	Barandillas	3.00 kN/m
	Sobrecarga de uso	3.00 kN/m2
MATERIALES	Hormigón	
	Acero	
	Rec. geométrico	3.0 cm



CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN LA INSTRUCCIÓN EHE-08

CARACTERÍSTICAS DE ACEROS						EJECUCIÓN			
ELEMENTO	TIPO DE ACERO	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE MINORACIÓN	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA (N/mm2)	RESISTENCIA DE CÁLCULO (N/mm2)	TIPO DE ACCIÓN	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD FAVORABLE	DESFAVORABLE
CIMENTACIÓN	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,78	PERMANENTE	NORMAL	1,00	1,35
ELEMENTOS INTERIORES	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,78	PERMANENTE (NO GRL)	NORMAL	1,00	1,50
ELEMENTOS EXTERIORES	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,78	VARIABLE	NORMAL	0,00	1,50
ELEMENTOS EXTERIORES	B 500 S	NORMAL	1,15	500,00	434,78				

CARACTERÍSTICAS DE HORMIGONES

ELEMENTO	CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN (*) - En el caso de existir más de 1 subclase, se indicará la más desfavorable	TIPO DE HORMIGÓN	NIVEL DE CONTROL	COEFICIENTE DE MINORACIÓN	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A los 7 días (N/mm2)	A los 28 días (N/mm2)	RESISTENCIA DE CÁLCULO (N/mm2)	RECUBRIMIENTO MÍNIMO DEL ACERO (mm) VIDA útil (ñq) = 50 años CON 1	OTROS
CIMENTACIÓN	NORMAL-HUMEDAD ALTA	HA-25/B/40/Ha	ESTADÍSTICO	1,50	16,55	25,00	16,66	CON HORMIGÓN DE LIMPIEZA — 35	
ELEMENTOS INTERIORES	NO AGRESIVA	HA-25/B/20/I	ESTADÍSTICO	1,50	16,55	25,00	16,66	25	25
ELEMENTOS EXTERIORES	NORMAL-HUMEDAD MEDIA (*)	HA-25/B/20/Ib	ESTADÍSTICO	1,50	16,55	25,00	16,66	30	30
		HA-25/B/20/Ha			16,55	25,00	16,66	25	30

	FECHA	NOMBRE
Dibujado	29/07/2019	Cristian Bañares
Comprobado		
		Tolerancia general

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial
Universidad de La Rioja

Ingeniería Industrial Mecánica

Escalas: 1:100

Proyección

Trabajo Fín de Grado

Escalera Oficinas

Codigo de referencia: 02.07

Numero de plano: 16

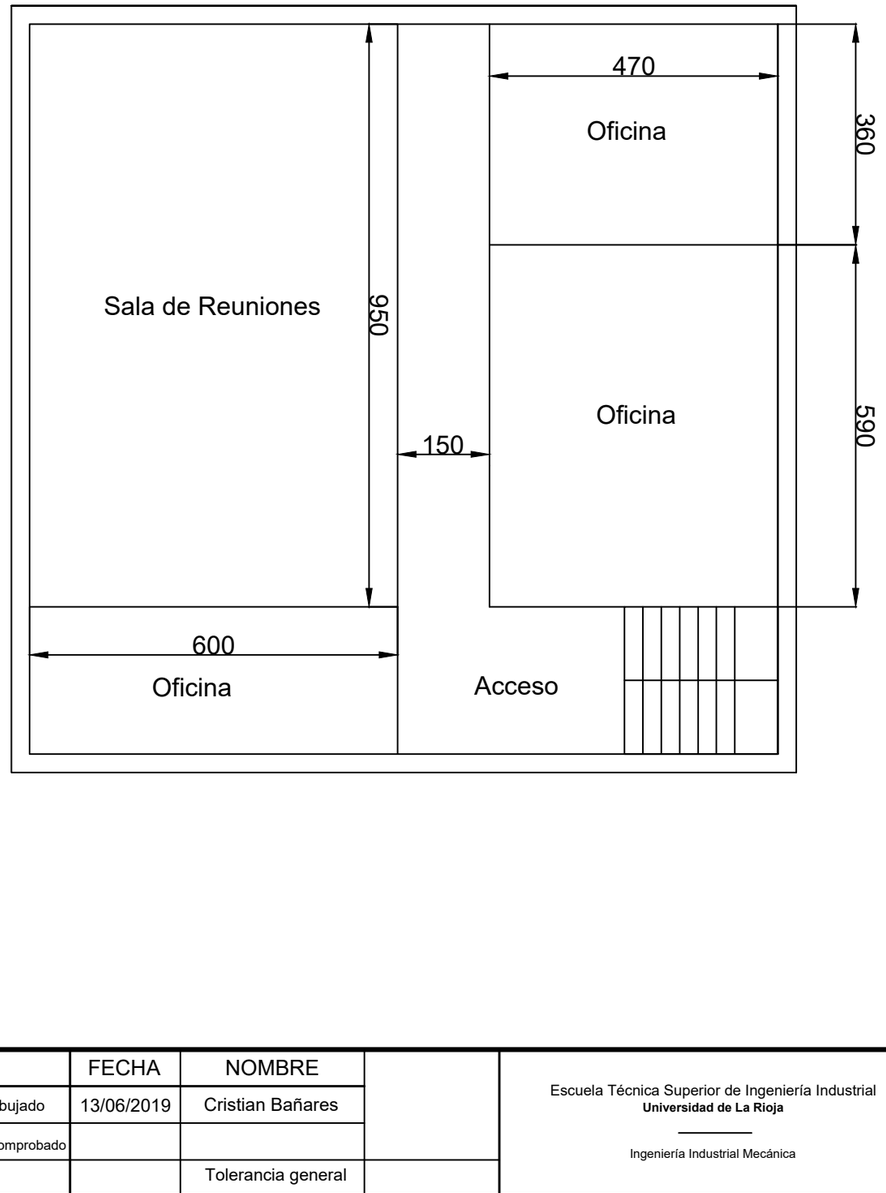
Sustituye a:

Sustituido por:

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

Planta Baja

Planta Primera



	FECHA	NOMBRE	
Dibujado	13/06/2019	Cristian Bañares	
Comprobado			
		Tolerancia general	

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial
Universidad de La Rioja

Ingeniería Industrial Mecánica

Escalas:
1:1000

Proyección

Trabajo Fín de Grado

Distribución Oficinas

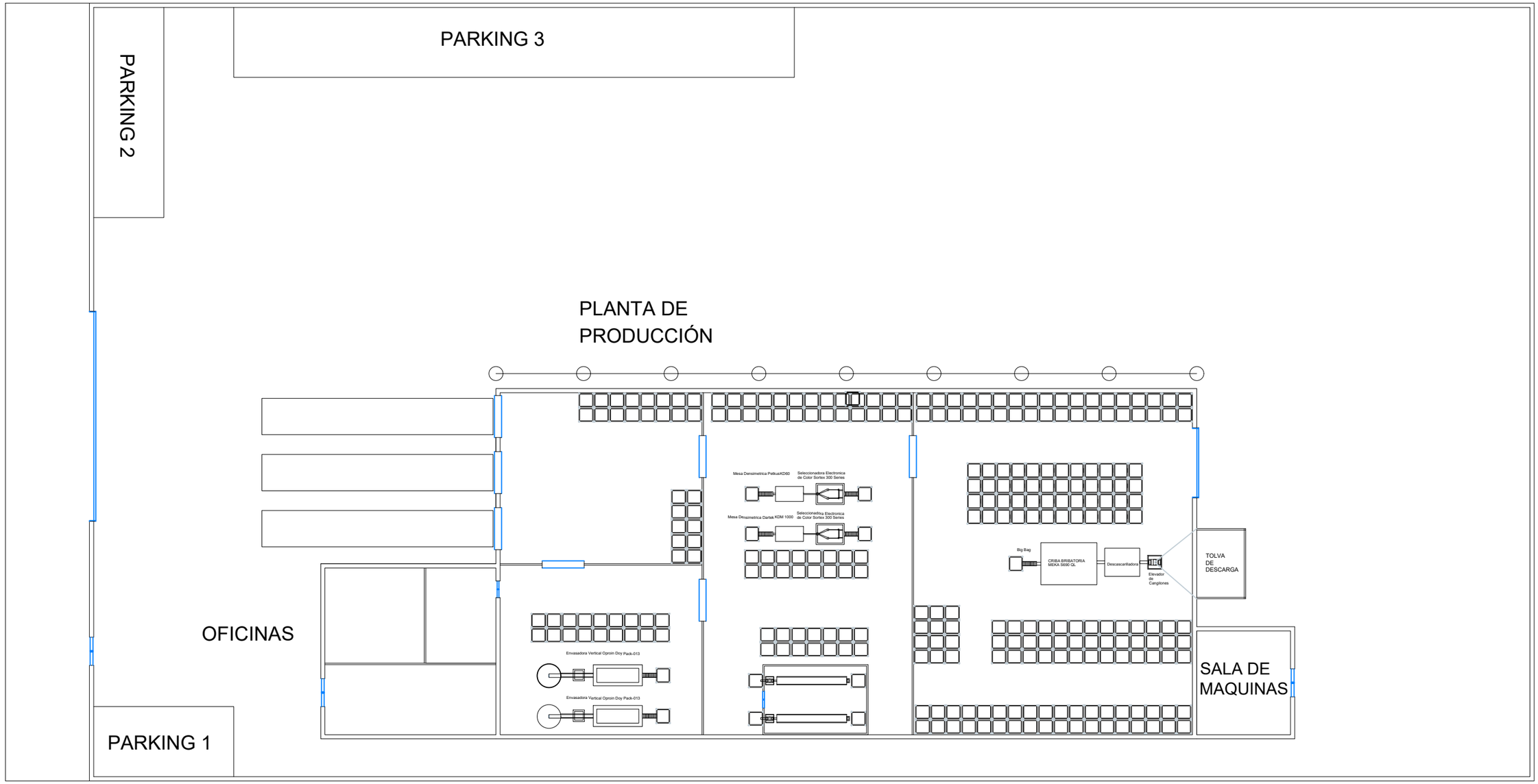
Codigo de referencia: 02.8

Numero de plano: 17

Sustituye a:

Sustituido por:

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



	FECHA	NOMBRE	
Dibujado	13/06/2019	Cristian Bañares	
Comprobado			
		Tolerancia general	

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial
Universidad de La Rioja

Ingeniería Industrial Mecánica

Escalas:
1:3000

Proyección

Trabajo Fín de Grado

Distribución en Planta con Máquinas

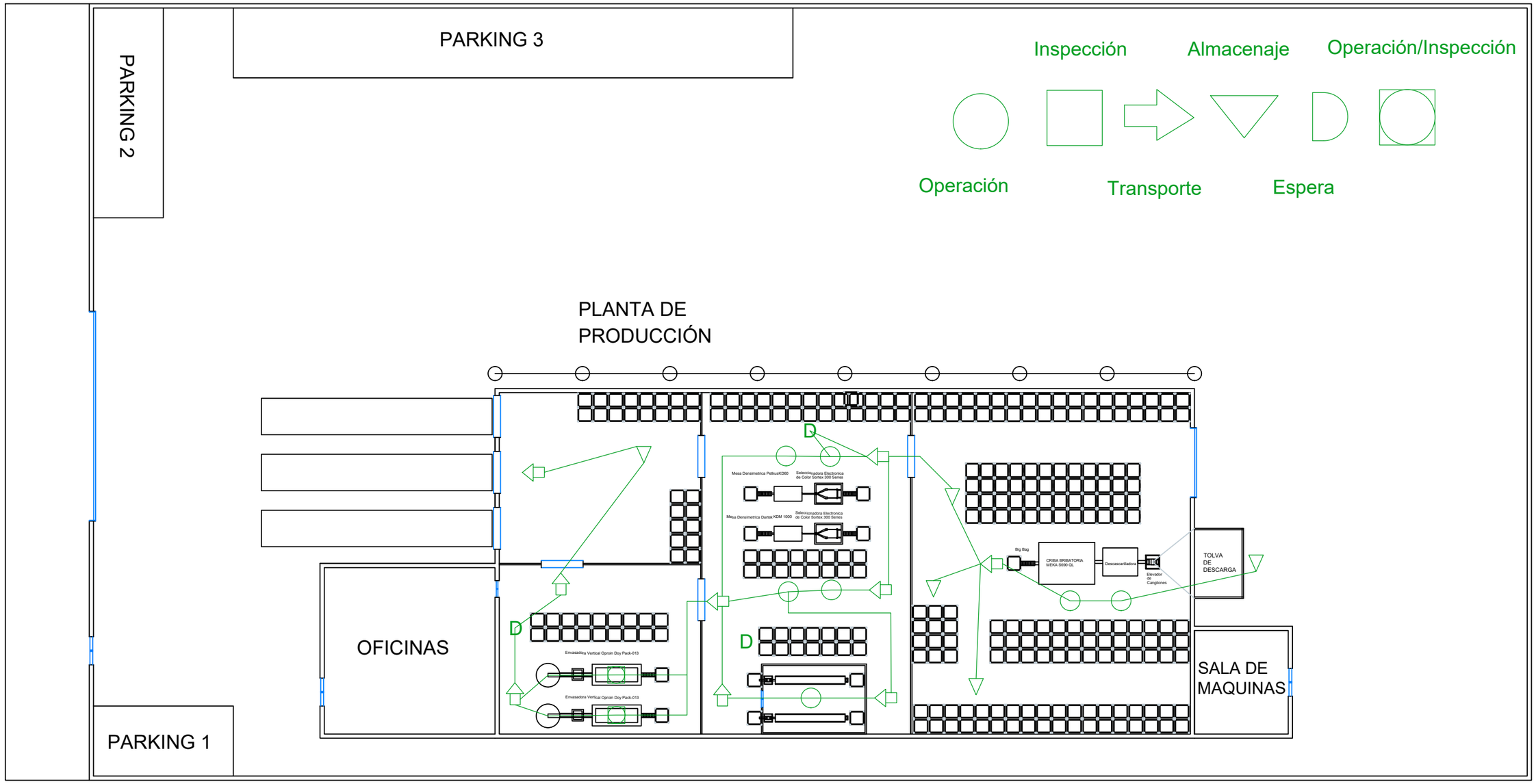
Codigo de referencia: 03.01

Numero de plano: 18

Sustituye a:

Sustituido por:

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



	FECHA	NOMBRE	
Dibujado	29/07/2019	Cristian Bañares	
Comprobado			
		Tolerancia general	

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial
Universidad de La Rioja

Ingeniería Industrial Mecánica

Escalas:
1:3000

Proyección

Trabajo Fín de Grado

Diagrama de Recorrido en Planta

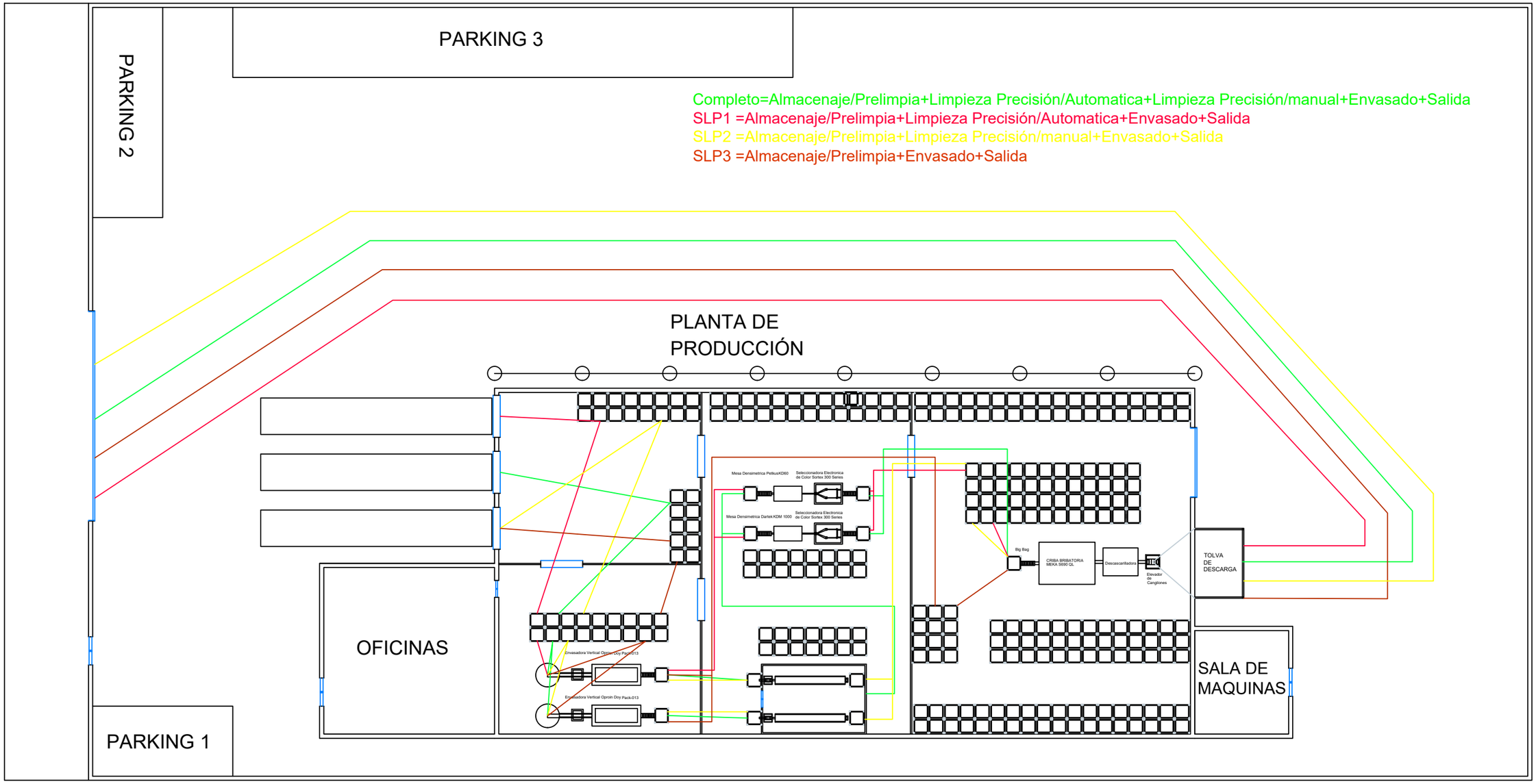
Codigo de referencia: 03.02

Numero de plano: 19

Sustituye a:

Sustituido por:

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



	FECHA	NOMBRE		Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial **Universidad de La Rioja** Ingeniería Industrial Mecánica
Dibujado	29/06/2019	Cristian Bañares		
Comprobado				
		Tolerancia general		

Escalas: 1:3000	Trabajo Fín de Grado	Codigo de referencia: 03.20
		Numero de plano: 20
Proyección	Flujos de Proceso-SLP	Sustituye a:
		Sustituido por:

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

DOCUMENTO 3: ANEXOS
“PROYECTO NAVE INDUSTRIAL”

ALUMNO: CRISTIAN BAÑARES SANATAMARÍA

Tutores: ESTEBAN FRAILE GRACÍA
JAVIER FERREIRO CABELLO

SEPTIEMBRE DE 2019

ÍNDICE

Anexo 1

Memoria de Cálculo

1.Justificación de la solución adoptada

El presente Proyecto de construcción de una planta de leguminosas, se llevará acabo próximo a las explotaciones Agríc

olas de producción de la materia prima, dado este criterio y debido a que el municipio no cuenta con polígono industrial, se ha optado por la construcción de la planta en una parcela accesible para la actividad agroalimentaria, siendo posible la edificación industrial en esta.

1.1.*Estructura*

Para la construcción de la estructura se optó por pórticos de celosía belga debido a la cantidad de ventajas con respecto a los pórticos de vigas rígidas, como son, su mayor resistencia bajo carga y su mayor ligereza, a pesar de contar con mayor complejidad y horas de fabricación.

1.2.*Cimentación*

La cimentación estará formada por un conjunto de zapatas de hormigón armado construidas en obra, estos elementos estarán unidos por vigas de atado del mismo material, que ayudarán a mantener la posición de las mismas. Esta cimentación estará construida con hormigón HA-25/B/40/lla y acero B 500 S.

1.3.*Método de cálculo*

1.3.1.*Hormigón armado*

Para la obtención de las solicitaciones se ha considerado los principios de la Mecánica Racional y las teorías clásicas de la Resistencia de Materiales y Elasticidad.

El método de cálculo aplicado es de los Estados Límites, en el que se pretende limitar que el efecto de las acciones exteriores ponderadas por unos coeficientes, sea inferior a la respuesta de la estructura, minorando las resistencias de los materiales.

En los estados límites últimos se comprueban los correspondientes a: equilibrio, agotamiento o rotura, adherencia, anclaje y fatiga (si procede).

En los estados límites de utilización, se comprueba: deformaciones (flechas), y vibraciones (si procede).

Definidos los estados de carga según su origen, se procede a calcular las combinaciones posibles con los coeficientes de mayoración y minoración correspondientes de acuerdo a los coeficientes de seguridad definidos en el art. 12º de la norma EHE-08 y las combinaciones de hipótesis básicas definidas en el art 13º de la norma EHE-08

Situaciones no sísmicas

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_{Q1}\Psi_{p1}Q_{k1}+\sum_{i>1}\gamma_{Qi}\Psi_{ai}Q_{ki}$$

Situaciones sísmicas

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_{A}A_{E}+\sum_{i\geq 1}\gamma_{Qi}\Psi_{ai}Q_{ki}$$

La obtención de los esfuerzos en las diferentes hipótesis simples del entramado estructural, se harán de acuerdo a un cálculo lineal de primer orden, es decir admitiendo proporcionalidad entre esfuerzos y deformaciones, el principio de superposición de acciones, y un comportamiento lineal y geométrico de los materiales y la estructura.

Para la obtención de las solicitaciones determinantes en el dimensionado de los elementos de los forjados (vigas, viguetas, losas, nervios) se obtendrán los diagramas envolventes para cada esfuerzo.

Para el dimensionado de los soportes se comprueban para todas las combinaciones definidas.

1.3.2.*Acero laminado y conformado*

Se dimensiona los elementos metálicos de acuerdo a la norma CTE SE-A (Seguridad estructural), determinándose coeficientes de aprovechamiento y deformaciones, así como la estabilidad, de acuerdo a los principios de la Mecánica Racional y la Resistencia de Materiales.

Se realiza un cálculo lineal de primer orden, admitiéndose localmente plastificaciones de acuerdo a lo indicado en la norma.

La estructura se supone sometida a las acciones exteriores, ponderándose para la obtención de los coeficientes de aprovechamiento y comprobación de secciones, y sin mayorar para las comprobaciones de deformaciones, de acuerdo con los límites de agotamiento de tensiones y límites de flecha establecidos.

Para el cálculo de los elementos comprimidos se tiene en cuenta el pandeo por compresión, y para los flectados el pandeo lateral, de acuerdo a las indicaciones de la norma.

1.4.*Cálculos por Ordenador*

Para la obtención de las solicitaciones y dimensionado de los elementos estructurales, se ha dispuesto de un programa informático de ordenador, en concreto Cype 3D con el que se ha calculado la estructura metálica de la nave completa, así como su cimentación. Por otro lado, se ha usado el programa CypeCad para el cálculo de la estructura de las oficinas en Hormigón.

2.Características de los materiales a utilizar

Los materiales a utilizar, así como las características definitorias de los mismos, niveles de control previstos, así como los coeficientes de seguridad, se indican en el siguiente cuadro:

2.1.*Hormigón armado*

2.1.1.*Hormigones*

	Elementos de Hormigón Armado				
	Toda la obra	Cimentación	Soportes (Comprimidos)	Forjados (Flectados)	Otros
Resistencia Característica a los 28 días: f_{ck} (N/mm^2)	25	25	25	25	25
Tipo de cemento (RC-03)	CEM I/32.5 N				
Cantidad máxima/mínima de cemento (kp/m^3)	400/300				
Tamaño máximo del árido (mm)		30	15	15	15
Tipo de ambiente (agresividad)	I				
Consistencia del hormigón		Plástica	Blanda	Blanda	Blanda
Asiento Cono de Abrams (cm)		3 a 5	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Sistema de compactación	Vibrado				
Nivel de Control Previsto	Estadístico				
Coeficiente de Minoración	1.5				
Resistencia de cálculo del hormigón: f_{cd} (N/mm^2)	10	10	10	10	10

2.1.2.*Acero en barras*

	Toda la obra	Cimentación	Comprimidos	Flectados	Otros
Designación	B-500-S				
Límite Elástico (N/mm^2)	500				
Nivel de Control Previsto	Normal				
Coeficiente de Minoración	1.15				
Resistencia de cálculo del acero (barras): f_{yd} (N/mm^2)	434.78				

2.1.3.*Acero en Mallazos*

	Toda la obra	Cimentación	Comprimidos	Flectados	Otros
Designación	B-500-S				
Límite Elástico (kp/cm^2)	500				

2.1.4.*Ejecución*

	Toda la obra	Cimentación	Comprimidos	Flectados	Otros
A. Nivel de Control previsto	**Normal**				
B. Coeficiente de Mayoración de las acciones desfavorables **Permanentes/Variables**	1.35/1.5				

2.2.*Aceros laminados*

		Toda la obra	Comprimidos	Flectados	Tracciona dos	Placas anclaje
Acero en Perfiles	Clase y Designación	S275				
	Límite Elástico (N/mm^2)	275				
Acero en Chapas	Clase y Designación	S275				
	Límite Elástico (N/mm^2)	275				

2.3.*Aceros conformados*

		Toda la obra	Comprimidos	Flectados	Tracciona dos	Placas anclaje
Acero en Perfiles	Clase y Designación	S235				
	Límite Elástico (N/mm^2)	235				
Acero en Placas y Paneles	Clase y Designación	S235				
	Límite Elástico (N/mm^2)	235				

2.4.*Deformaciones admisibles*

Límites de deformación de la estructura. Según lo expuesto en el artículo 4.3.3 de la norma CTE SE, se han verificado en la estructura las flechas de los distintos elementos. Se ha verificado tanto el desplome local como el total de acuerdo con lo expuesto en 4.3.3.2 de la citada norma.

Hormigón armado. Para el cálculo de las flechas en los elementos flectados, vigas y forjados, se tendrán en cuenta tanto las deformaciones instantáneas como las diferidas, calculándose las inercias equivalentes de acuerdo a lo indicado en la norma.

Para el cálculo de las flechas se ha tenido en cuenta tanto el proceso constructivo, como las condiciones ambientales, edad de puesta en carga, de acuerdo a unas condiciones habituales de la práctica constructiva en la edificación convencional. Por tanto, a partir de estos supuestos se estiman los coeficientes de fluencia pertinentes para la determinación de la flecha activa, suma de las flechas instantáneas más las diferidas producidas con posterioridad a la construcción de las tabiquerías.

En los elementos de hormigón armado se establecen los siguientes límites:

Flechas activas máximas relativas y absolutas para elementos de Hormigón Armado y Acero		
Estructura no solidaria con otros elementos	Estructura solidaria con otros elementos	
	Tabiques ordinarios o pavimentos rígidos con juntas	Tabiques frágileso pavimentos rígidos sin juntas
VIGAS Y LOSAS Relativa: δ /L<1/300 **FORJADOS UNIDIRECCIONALES** Relativa: δ /L<1/300	Relativa: δ /L<1/400 Relativa: δ /L<1/500 δ /L<1/1000+0.5cm	Relativa: δ /L<1/500 Relativa: δ /L<1/500 δ /L<1/1000+0.5cm

Desplazamientos horizontales	
Local	**Total**
Desplome relativo a la altura entre plantas: δ /h<1/250	Desplome relativo a la altura total del edificio: δ /H<1/500

ACCIONES ADOPTADAS EN EL CÁLCULO

3.Acciones Gravitatorias

3.1.*Cargas superficiales*

3.1.1.*Peso propio del forjado*

Se ha dispuesto el siguiente forjado:

Forjados unidireccionales. La geometría básica a utilizar en cada nivel, así como su peso propio será:

Forjado	Tipo	Entre ejes de viguetas (cm)	Canto Total (cm)	Altura de Bovedilla (cm)	Capa de Compresión (cm)	P. Propio (KN/m^2)
TP Baja	25+5	72	30	25	5	3.64

Forjado	Tipo	Entre ejes de viguetas (cm)	Canto Total (cm)	Altura de Bovedilla (cm)	Capa de Com-presión (cm)	P. Propio (KN/m^2)
Cubierta	25+5	72	30	25	5	3.64

El peso propio de las losas se obtiene como el producto de su canto en metros por 25 kN/m3.

Zonas aligeradas. Las zonas aligeradas de los forjados son las zonas de bloque, se ha usado el tipo de bloque aligerante perdido.

3.1.1 Pavimentos y revestimientos

Planta	Zona	Carga en KN/m^2
TP Baja	Toda	2

Planta	Zona	Carga en KN/m^2
Cubierta	Toda	3

3.1.2.*Sobrecarga de tabiquería*

Planta	Zona	Carga en KN/m^2
TP Baja	Toda	1

3.1.3.*Sobrecarga de uso*

Planta	Zona	Carga en KN/m^2
TP Baja	Toda	2

Planta	Zona	Carga en KN/m^2
Cubierta	Toda (No visitable)	1

3.1.4.*Sobrecarga de nieve*

Planta	Zona	Carga en KN/m^2
Cubierta	Incluida en sobrecarga de uso	-

3.2.*Cargas lineales*

3.2.1.*Peso propio de las fachadas*

Planta	Zona	Carga en KN/ml
Planta Baja	Toda	9

4.Acciones del viento

4.1.*Altura de coronación del edificio (en metros)*

La altura de coronación del edificio es de 10,2 metros.

4.2.*Grado de aspereza*

Grado de aspereza: II. Terreno rural llano sin obstáculos

4.3.*Zona eólica (según CTE DB-SE-AE)*

La zona eólica a la que corresponde el municipio de Castañares de Rioja es la zona eólica B con una velocidad de viento de 27 m/s.

5.Acciones térmicas y reológicas

De acuerdo a la CTE DB SE-AE, se han tenido en cuenta en el diseño de las juntas de dilatación, en función de las dimensiones totales del edificio.

Debido a que se superan los 40 m de nave, se colocará una junta de dilatación 25 metros de la nave en sentido trasversal, se colocará entre dos pórticos, de esta manera dividiremos la nave en 25 metros a cada lado.

6.Combinaciones de acciones consideradas

6.1.*Hormigón Armado*

Hipótesis y combinaciones. De acuerdo con las acciones determinadas en función de su origen, y teniendo en cuenta tanto si el efecto de las mismas es favorable o desfavorable, así como los coeficientes de ponderación se realizará el cálculo de las combinaciones posibles del modo siguiente:

- **E.L.U. de rotura. Hormigón: EHE-08/CTE**

Situaciones no sísmicas

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_{Q1}\Psi_{p1}Q_{k1}+\sum_{i>1}\gamma_{Qi}\Psi_{ai}Q_{ki}$$

Situaciones sísmicas

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_{A}A_{E}+\sum_{i\geq 1}\gamma_{Qi}\Psi_{ai}Q_{ki}$$

Situación 1: Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.00	1.35	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.50	1.00	0.70
Viento (Q)	0.00	1.50	1.00	0.60
Nieve (Q)	0.00	1.50	1.00	0.50
Sismo (A)				

	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00	0.30	0.30
Viento (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00

Nieve (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Sismo (A)	-1.00	1.00	1.00	0.30(*)

(*) Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

- **E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08/CTE**

Situaciones no sísmicas

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_{Q1}\Psi_{p1}Q_{k1}+\sum_{i>1}\gamma_{Qi}\Psi_{ai}Q_{ki}$$

Situaciones sísmicas

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_{A}A_{E}+\sum_{i\geq 1}\gamma_{Qi}\Psi_{ai}Q_{ki}$$

Situación 1: Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.00	1.60	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.60	1.00	0.70
Viento (Q)	0.00	1.60	1.00	0.60
Nieve (Q)	0.00	1.60	1.00	0.50
Sismo (A)				

Situación 2: Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00	0.30	0.30
Viento (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Sismo (A)	-1.00	1.00	1.00	0.30(*)

(*) Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

6.2.*Acero Laminado*

- **E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB-SE A**

Situaciones no sísmicas

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_{Q1}\Psi_{p1}Q_{k1}+\sum_{i>1}\gamma_{Qi}\Psi_{ai}Q_{ki}$$

Situaciones sísmicas

$$\sum_{j\geq 1}\gamma_{Gj}G_{kj}+\gamma_{A}A_{E}+\sum_{i\geq 1}\gamma_{Qi}\Psi_{ai}Q_{ki}$$

Situación 1: Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	0.80	1.35	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.50	1.00	0.70
Viento (Q)	0.00	1.50	1.00	0.60
Nieve (Q)	0.00	1.50	1.00	0.50
Sismo (A)				

Situación 2: Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.00	1.00	1.00	1.00
Sobrecarga (Q)	0.00	1.00	0.30	0.30
Viento (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Nieve (Q)	0.00	1.00	0.00	0.00
Sismo (A)	-1.00	1.00	1.00	0.30(*)

(*) Fracción de las solicitaciones sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitaciones obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

6.3.*Acero conformado*

Se aplica las mismos coeficientes y combinaciones que en el acero laminado.

E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB-SE A

Anexo 2

7.Comprabación de elementos estrucutrales

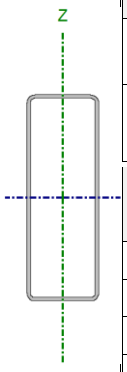
A modo de ejemplo se analizará cada elemento estructural utilizado en el diseño de la estructura:

7.1.*Comprobación de Correas*

Comprobación de resistencia
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones. Aprovechamiento: 54.37 %

Barra pésima en cubierta

Perfil: # 20.0x7.0x16.13
Material: S235



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
0.763, 50.000, 8.135	0.763, 43.750, 8.135	6.250	20.54	967.67	185.03	519.55

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	1.00	1.00
L_K	6.250	6.250	6.250	6.250
C_m	1.000	1.000	1.492	1.492
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	λ	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	$M_Y V_Z$	$M_Z V_Y$	$N M_Y M_Z$	$NM_Y M_Z V_Y V_Z$	M_t	$M_t V_Z$	$M_t V_Y$	
pésima en cubierta	N.P.(1)	x: 1.042 m $\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	N_{Ed} = 0.00 N. P.(2)	N_{Ed} = 0.00 N. P.(3)	x: 6.25 m η = 53.2	x: 6.25 m η = 1.5	x: 6.25 m η = 6.5	x: 6.25 m η = 0.2	x: 1.042 m η < 0.1	x: 1.042 m η < 0.1	x: 6.25 m η = 54.4	x: 1.042 m η < 0.1	x: 0 m η = 3.0	x: 6.25 m η = 6.7	x: 6.25 m η = 0.2	**CUMPLE η = 54.4**

Notación:
λ: Limitación de esbeltez
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
$M_Y V_Z$: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
$M_Z V_Y$: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
$NM_Y M_Z$: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_Y M_Z V_Y V_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
$M_t V_Z$: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
$M_t V_Y$: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.
(2) La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.
(3) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión ni de tracción.

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

48.00 ≤ 627.90 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w	:	*192.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w	:	*4.00*	mm
A_w: Área del alma.	A_w	:	*15.36*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$	:	*2.80*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k	:	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	E	:	*2140673*	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf}	:	*2395.51*	kp/cm²

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.532*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.763, 43.750, 8.135, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.	M_{Ed}^+	:	*1.561*	t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *2.934* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: *128.61* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : *2281.44* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : *2395.51* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Para esbelteces $\bar{\lambda}_{LT} \leq 0.4$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}_{LT}$: *0.39*

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.

M_{cr} : *20.724* t·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral **M_{cr}** se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTv}: Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

M_{LTv} : *20.720* t·m

M_{LTw}: Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

M_{LTw} : *0.384* t·m

Siendo:

$W_{el,y}$: *96.77* cm³

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. — I_z : *185.03* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. — I_t : *519.55* cm4

E: Módulo de elasticidad. — **E** : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. — **G** : *825688* kp/cm²

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. — L_c^+ : *6.250* m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. — L_c^- : *6.250* m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. — C_1 : *1.00*

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida. — $i_{f,z}^+$: *2.71* cm — $i_{f,z}^-$: *2.71* cm

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.015*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.763, 43.750, 8.135, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — M_{Ed}^+ : *0.016* t·m

Para flexión negativa:

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. — M_{Ed}^- : *0.000* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *1.085* t·m

Donde:

Clase : *4*

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{ef,z}$: Módulo resistente elástico de la sección eficaz correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 4.

$W_{ef,z}$	:	*47.54*	cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}	:	*2281.44*	kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y	:	*2395.51*	kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0}	:	*1.05*	

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η	:	***0.065***	✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.763, 43.750, 8.135, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed}	:	*1.310*	t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$	:	*20.232*	t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

A_v	:	*15.36*	cm²

Siendo:

d: Altura del alma.

d	:	*192.00*	mm

t_w: Espesor del alma.

t_w	:	*4.00*	mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}	:	*2281.44*	kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2395.51* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

48.00 < **70.00** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. — λ_w : *48.00*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. — $\lambda_{máx}$: *70.00*

ε: Factor de reducción. — ε : *1.00*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. — f_{ref} : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2395.51* kp/cm²

<u>Resistencia a corte Y</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.002*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.763, 43.750, 8.135, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — V_{Ed} : *0.013* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

	$V_{c,Rd}$	:	*6.821*	t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.	A_v	:	*5.18*	cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta.	**A**	:	*20.54*	cm²
d: Altura del alma.	**d**	:	*192.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w	:	*4.00*	mm
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd}	:	*2281.44*	kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	:	*2395.51*	kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0}	:	*1.05*	

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

	17.50	<	**70.00**	✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma.	λ_w	:	*17.50*	
$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima.	$\lambda_{máx}$	:	*70.00*	
ε: Factor de reducción.	ε	:	*1.00*	

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia.	f_{ref}	:	*2395.51*	kp/cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	:	*2395.51*	kp/cm²

<u>Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

0.510 t ≤ **10.116 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.042 m del nudo 0.763, 50.000, 8.135, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.510* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *20.232* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

0.004 t ≤ **3.410 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.042 m del nudo 0.763, 50.000, 8.135, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.004* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *6.821* t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.544*** ✓

η	:	***0.539***	✓
η	:	***0.331***	✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.763, 43.750, 8.135, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	$N_{c,Ed}$	:	*0.000*	t
$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}^{+}$	:	*1.561*	t·m
	$M_{z,Ed}^{+}$	:	*0.016*	t·m
Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	**Clase**	:	*1*	
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.	$N_{pl,Rd}$	:	*46.857*	t
$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y}$	:	*2.934*	t·m
	$M_{pl,Rd,z}$	:	*1.380*	t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.	**A**	:	*20.54*	cm²
$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$W_{pl,y}$	:	*128.61*	cm³
	$W_{pl,z}$	:	*60.49*	cm³
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd}	:	*2281.44*	kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	:	*2395.51*	kp/cm²
γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1}	:	*1.05*	

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y	:	*1.00*	
k_z	:	*1.00*	

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,y}$	:	*1.00*
	$C_{m,z}$	:	*1.00*
χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	χ_y	:	*0.56*
	χ_z	:	*0.16*
$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y$	:	*0.97*
	$\bar{\lambda}_z$	:	*2.22*

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y	:	*0.60*
α_z	:	*0.60*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.042 m del nudo 0.763, 50.000, 8.135, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

0.510 t ≤ **9.917 t** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *0.510* t

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *19.834* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : ***0.030*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo 0.763, 50.000, 8.135, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.040* t·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{M_{T,Rd}}$: *1.363* t·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *103.49* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2281.44* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2395.51* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.067*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.763, 43.750, 8.135, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — V_{Ed} : *1.310* t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. — $M_{T,Ed}$: *0.037* t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: *19.676* t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. — $V_{pl,Rd}$: *20.232* t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. — $\tau_{T,Ed}$: *36.20* kp/cm²

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. — W_T : *103.49* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *2281.44* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2395.51* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η	:	***0.002***	✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo 0.763, 43.750, 8.135, para la combinación de acciones 0.80*G1 + 0.80*G2 + 1.50*V(0°) H1.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	V_{Ed}	: *0.013*	t
$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.	$M_{T,Ed}$	: *0.037*	t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

	$V_{pl,T,Rd}$	: *6.633*	t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{pl,Rd}$	: *6.821*	t
$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.	$\tau_{T,Ed}$	: *36.20*	kp/cm²

Siendo:

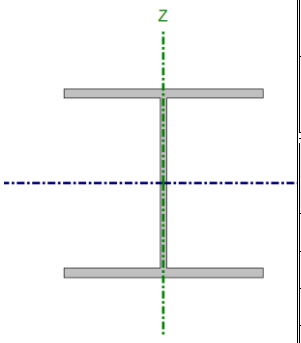
W_T: Módulo de resistencia a torsión.	W_T	: *103.49*	cm³
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd}	: *2281.44*	kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: *2395.51*	kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0}	: *1.05*	

7.2 Barra Dintel Exterior

Perfil: HE 200 A
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N236	N214	6.346	53.80	3692.00	1336.00	20.98

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	6.346	6.346	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)															Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N236/N214	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 6.192 m η = 2.6	x: 0 m η = 2.9	x: 6.193 m η = 62.9	x: 0 m η = 8.1	x: 6.193 m η = 12.4	x: 0 m η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 6.193 m η = 64.8	η < 0.1	η = 1.4	x: 6.193 m η = 12.5	x: 0 m η = 0.4	**CUMPLE η = 64.8**

Notación:
$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)

<u>Limitación de esbeltez</u> (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: ***1.47*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : *53.80* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	:	*2803.26*	kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.	N_{cr}	:	*70.081*	t

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	$N_{cr,y}$	:	*193.667*	t
b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	$N_{cr,z}$	:	*70.081*	t
c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$	:	∞	

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y	:	*3692.00*	cm4
I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z	:	*1336.00*	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t	:	*20.98*	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w	:	*108000.00*	cm6
E: Módulo de elasticidad.	E	:	*2140673*	kp/cm²
G: Módulo de elasticidad transversal.	G	:	*825688*	kp/cm²
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky}	:	*6.346*	m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz}	:	*6.346*	m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt}	:	*0.000*	m
i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_0	:	*9.67*	cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y	:	*8.28*	cm
	i_z	:	*4.98*	cm
	y_0	:	*0.00*	mm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

z_0	:	*0.00*	mm

<u>Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</u> (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

26.15 ≤ 170.28 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w	:	*170.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w	:	*6.50*	mm
A_w: Área del alma.	A_w	:	*11.05*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$	:	*20.00*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k	:	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	E	:	*2140673*	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf}	:	*2803.26*	kp/cm²

Siendo:

<u>Resistencia a tracción</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

η : ***0.026*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.192 m del nudo N236, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$	:	*3.793*	t

La resistencia de cálculo a tracción $\mathbf{N_{t,Rd}}$ viene dada por:

$\mathbf{N_{t,Rd}}$	:	*143.634*	t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero.

A	:	*53.80*	cm²
$\mathbf{f_{yd}}$	:	*2669.77*	kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\mathbf{f_y}$	:	*2803.26*	kp/cm²
γ_{M0}	:	*1.05*	

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η	:	***0.010***	✓

η	:	***0.029***	✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N236, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$\mathbf{N_{c,Ed}}$	:	*1.377*	t

La resistencia de cálculo a compresión $\mathbf{N_{c,Rd}}$ viene dada por:

$\mathbf{N_{c,Rd}}$	:	*143.634*	t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero.

Clase	:	*1*	
A	:	*53.80*	cm²
$\mathbf{f_{yd}}$	:	*2669.77*	kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: *46.750* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : *53.80* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M1} : *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : *0.67*

χ_z : *0.33*

Siendo:

ϕ_y : *1.01*

ϕ_z : *1.89*

α: Coeficiente de imperfección elástica. — α_y : *0.34*; α_z : *0.49*

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y$: *0.88*

$\bar{\lambda}_z$: *1.47*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: — N_{cr} : *70.081* t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. — $N_{cr,y}$: *193.667* t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. — $N_{cr,z}$: *70.081* t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. — $N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η	:	***0.629***	✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.193 m del nudo N236, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+	:	*7.094*	t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.193 m del nudo N236, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^-	:	*7.218*	t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$	:	*11.467*	t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase	:	*1*	

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$	:	*429.50*	cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}	:	*2669.77*	kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y	:	*2803.26*	kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0}	:	*1.05*	

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η	:	***0.081***	✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N236, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+	:	*0.439*	t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N236, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^-	:	*0.343*	t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$	:	*5.441*	t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase	:	*1*	

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z}$	:	*203.80*	cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}	:	*2669.77*	kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y	:	*2803.26*	kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0}	:	*1.05*	

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η	:	***0.124***	✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.193 m del nudo N236, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *3.463* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *27.822* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *18.05* cm²

Siendo:

h: Canto de la sección. **h** : *190.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *6.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

20.62 < **64.71** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *20.62*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *64.71*

ε: Factor de reducción. ε : *0.92*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia.	f_{ref}	:	*2395.51*	kp/cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	:	*2803.26*	kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η	:	***0.004***	✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N236, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	V_{Ed}	:	*0.276*	t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

	$V_{c,Rd}$	:	*65.895*	t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.	A_v	:	*42.75*	cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta.	A	:	*53.80*	cm²
d: Altura del alma.	d	:	*170.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w	:	*6.50*	mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd}	:	*2669.77*	kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	:	*2803.26*	kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0}	:	*1.05*	

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

0.324 t ≤ **13.911 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(R)2.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.324* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *27.822* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

0.276 t ≤ **32.947 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.276* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *65.895* t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.648*** ✓

η : ***0.646*** ✓

η	:	***0.416***	✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 6.193 m del nudo N236, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$N_{c,Ed}$	:	*0.878*	t
$M_{y,Ed}^{+}$	:	*7.094*	t·m
$M_{z,Ed}^{+}$	:	*0.127*	t·m
Clase	:	*1*	
$N_{pl,Rd}$	:	*143.634*	t
$M_{pl,Rd,y}$	:	*11.467*	t·m
$M_{pl,Rd,z}$	:	*5.441*	t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

A	:	*53.80*	cm²
$W_{pl,y}$	:	*429.50*	cm³
$W_{pl,z}$	:	*203.80*	cm³
f_{yd}	:	*2669.77*	kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y	:	*2803.26*	kp/cm²
γ_{M1}	:	*1.05*	

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y	:	*1.01*	
k_z	:	*1.03*	

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

$C_{m,y}$	:	*1.00*	
$C_{m,z}$	:	*1.00*	
χ_y	:	*0.67*	
χ_z	:	*0.33*	
$\bar{\lambda}_y$	:	*0.88*	
$\bar{\lambda}_z$	:	*1.47*	
α_y	:	*0.60*	
α_z	:	*0.60*	

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(R)2.

0.324 t ≤ **13.888 t** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *0.324* t

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *27.776* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : ***0.014*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(R)1.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.005* t·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{M_{T,Rd}}$: *0.323* t·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. $\mathbf{W_T}$: *20.98* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.125*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 6.193 m del nudo N236, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *3.463* t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.004* t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: *27.679* t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *27.822* t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed}$: *19.74* kp/cm²

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *20.98* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η	:	***0.004***	✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N236, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$\mathbf{V_{Ed}}$	: *0.276*	t
$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.	$\mathbf{M_{T,Ed}}$	: *0.004*	t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $\mathbf{V_{pl,T,Rd}}$ viene dado por:

	$\mathbf{V_{pl,T,Rd}}$	: *65.568*	t

Donde:

$\mathbf{V_{pl,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$\mathbf{V_{pl,Rd}}$	: *65.895*	t
$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.	$\tau_{T,Ed}$	: *19.05*	kp/cm²

Siendo:

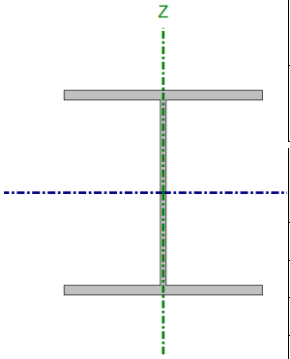
$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión.	$\mathbf{W_T}$	: *20.98*	cm³
$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero.	$\mathbf{f_{yd}}$	: *2669.77*	kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	$\mathbf{f_y}$	: *2803.26*	kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0}	: *1.05*	

7.3 Barra Pilar Interior

Perfil: HE 320 A
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N142	N221	7.500	124.40	22930.00	6985.00	108.00

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	1.00	0.21
L_K	7.500	7.500	7.500	1.550
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)																Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	M_YM_Z	$M_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y		
N142/N221	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	x: 0 m λ_w ≤ $\lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 7.399 m η = 1.9	x: 0 m η = 10.3	x: 0 m η = 79.6	x: 0 m η = 7.9	x: 0 m η = 10.7	η = 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η < 0.1	x: 0 m η = 93.4	x: 0 m η < 0.1	M_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	N.P.(2)	N.P.(2)		**CUMPLE η = 93.4**

Notación:
$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
(2) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: ***1.15*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	**A**	:	*124.40*	cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	**f_y**	:	*2803.26*	kp/cm²
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.	**N_{cr}**	:	*262.358*	t

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	**$N_{cr,y}$**	:	*861.255*	t
b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	**$N_{cr,z}$**	:	*262.358*	t
c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	**$N_{cr,T}$**	:	*606.989*	t

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	**I_y**	:	*22930.00*	cm4
I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	**I_z**	:	*6985.00*	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	**I_t**	:	*108.00*	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	**I_w**	:	*1512000.00*	cm6
E: Módulo de elasticidad.	**E**	:	*2140673*	kp/cm²
G: Módulo de elasticidad transversal.	**G**	:	*825688*	kp/cm²
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	**L_{ky}**	:	*7.500*	m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	**L_{kz}**	:	*7.500*	m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	**L_{kt}**	:	*7.500*	m
i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	**i_0**	:	*15.51*	cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	**i_y**	:	*13.58*	cm
	i_z	:	*7.49*	cm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	**y_0**	:	*0.00*	mm
	z_0	:	*0.00*	mm

<u>Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</u> (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

31.00 ≤ 168.35 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	**h_w**	:	*279.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	**t_w**	:	*9.00*	mm
A_w: Área del alma.	**A_w**	:	*25.11*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	**$A_{fc,ef}$**	:	*46.50*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k**	:	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E**	:	*2140673*	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	**f_{yf}**	:	*2803.26*	kp/cm²

Siendo:

<u>Resistencia a tracción</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

η : ***0.019*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 7.399 m del nudo N142, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	**$N_{t,Ed}$**	:	*6.322*	t

La resistencia de cálculo a tracción $\mathbf{N_{t,Rd}}$ viene dada por:

$\mathbf{N_{t,Rd}}$	:	*332.120*	t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero.

A	:	*124.40*	cm²
$\mathbf{f_{yd}}$	:	*2669.77*	kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\mathbf{f_y}$	:	*2803.26*	kp/cm²
γ_{M0}	:	*1.05*	

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η	:	***0.047***	✓

η	:	***0.103***	✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N142, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$\mathbf{N_{c,Ed}}$	:	*15.636*	t

La resistencia de cálculo a compresión $\mathbf{N_{c,Rd}}$ viene dada por:

$\mathbf{N_{c,Rd}}$	:	*332.120*	t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero.

Clase	:	*1*	
A	:	*124.40*	cm²
$\mathbf{f_{yd}}$	:	*2669.77*	kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: *151.731* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : *124.40* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M1} : *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : *0.82*
χ_z : *0.46*
χ_T : *0.69*

Siendo:

ϕ_y : *0.78*
ϕ_z : *1.40*
ϕ_T : *0.92*

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : *0.34*
α_z : *0.49*
α_T : *0.49*

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y$: *0.64*
$\bar{\lambda}_z$: *1.15*
$\bar{\lambda}_T$: *0.76*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: — N_{cr} : *262.358* t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. — $N_{cr,y}$: *861.255* t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. — $N_{cr,z}$: *262.358* t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: *606.989* t

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.604*** ✓

η : ***0.796*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N142, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : *26.268* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N142, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : *23.617* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *43.464* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: *1628.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{b,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{M_{b,Rd}^{+}}$: *33.010* t·m

$\mathbf{M_{b,Rd}^{-}}$: *43.253* t·m

Donde:

$\mathbf{W_{pl,y}}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$\mathbf{W_{pl,y}}$: *1628.00* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero.

$\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$\mathbf{f_y}$: *2803.26* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : *1.05*

χ_{LT}: Factor de reducción por pandeo lateral.

χ_{LT}^{+} : *0.76*

χ_{LT}^{-} : *1.00*

Siendo:

ϕ_{LT}^{+} : *0.94*

ϕ_{LT}^{-} : *0.53*

α_{LT}: Coeficiente de imperfección elástica.

α_{LT} : *0.21*

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_{LT}^{+}$: *0.86*

$\bar{\lambda}_{LT}^{-}$: *0.22*

$\mathbf{M_{cr}}$: Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$\mathbf{M_{cr}^{+}}$: *61.657* t·m

$\mathbf{M_{cr}^{-}}$: *925.306* t·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral $\mathbf{M_{cr}}$ se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

$\mathbf{M_{LTv}}$: Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$\mathbf{M_{LTv}^{+}}$: *48.369* t·m

M_{LTv}^- : *234.043* t·m

M_{LTw}: Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

M_{LTw}^+ : *38.236* t·m

M_{LTw}^- : *895.218* t·m

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida. $W_{el,y}$: *1479.35* cm³

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. I_z : *6985.00* cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. I_t : *108.00* cm4

E: Módulo de elasticidad. E : *2140673* kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal. G : *825688* kp/cm²

L_c^+: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior. L_c^+ : *7.500* m

L_c^-: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior. L_c^- : *1.550* m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra. C_1 : *1.00*

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida. $i_{f,z}^+$: *8.30* cm

$i_{f,z}^-$: *8.30* cm

<u>Resistencia a flexión eje Z</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.079*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N142, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : *1.500* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N142, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)1.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. | M_{Ed}^- : *1.142* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *18.947* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. | **Clase** : *1*

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. | $W_{pl,z}$: *709.70* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. | f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) | f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. | γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.107*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N142, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. | V_{Ed} : *6.789* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *63.451* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. | A_v : *41.17* cm²

Siendo:

h: Canto de la sección. | **h** : *310.00* mm

t_w: Espesor del alma.	t_w	:	*9.00*	mm
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd}	:	*2669.77*	kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	:	*2803.26*	kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0}	:	*1.05*	

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

25.00 < **64.71** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma.	λ_w	:	*25.00*	
$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima.	$\lambda_{máx}$	:	*64.71*	
ε: Factor de reducción.	ε	:	*0.92*	

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia.	f_{ref}	:	*2395.51*	kp/cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	:	*2803.26*	kp/cm²

<u>Resistencia a corte Y</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.203* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *153.045* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *99.29* cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta. **A** : *124.40* cm²

d: Altura del alma. **d** : *279.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *9.00* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

<u>Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante **$V_{c,Rd}$**.

6.789 t ≤ **31.726 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N142, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *6.789* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *63.451* t

<u>Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

0.203 t ≤ **76.523 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N142, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.203* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *153.045* t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.708*** ✓

η : ***0.890*** ✓

η : ***0.934*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N142, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(0°)H2+0.75·N(R)2.

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *10.240* t

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}}^{+}$: *25.995* t·m; $\mathbf{M_{z,Ed}}^{+}$: *1.498* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *332.120* t

$\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$, $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *43.464* t·m; $\mathbf{M_{pl,Rd,z}}$: *18.947* t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.	**A**	:	*124.40*	cm²
$W_{pl,y}$, **$W_{pl,z}$**: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	**$W_{pl,y}$**	:	*1628.00*	cm³
	$W_{pl,z}$	:	*709.70*	cm³
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	**f_{yd}**	:	*2669.77*	kp/cm²
Siendo:				
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	**f_y**	:	*2803.26*	kp/cm²
γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	**γ_{M1}**	:	*1.05*	
k_y, **k_z**, **$k_{y,LT}$**: Coeficientes de interacción.				
	k_y	:	*1.02*	
	k_z	:	*1.09*	
	$k_{y,LT}$	:	*0.99*	
$C_{m,y}$, **$C_{m,z}$**, **$C_{m,LT}$**: Factores de momento flector uniforme equivalente.	**$C_{m,y}$**	:	*1.00*	
	$C_{m,z}$	:	*1.00*	
	$C_{m,LT}$	:	*1.00*	
χ_y, **χ_z**: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	**χ_y**	:	*0.82*	
	χ_z	:	*0.46*	
χ_{LT}: Coeficiente de reducción por pandeo lateral.	**χ_{LT}**	:	*0.76*	
$\bar{\lambda}_y$, **$\bar{\lambda}_z$**: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	**$\bar{\lambda}_y$**	:	*0.64*	
	$\bar{\lambda}_z$	:	*1.15*	
α_y, **α_z**: Factores dependientes de la clase de la sección.	**α_y**	:	*0.60*	
	α_z	:	*0.60*	

<u>Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N142, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H2.

6.789 t ≤ **31.726 t** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,z}$	:	*6.789*	t
$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,z}$	:	*63.451*	t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

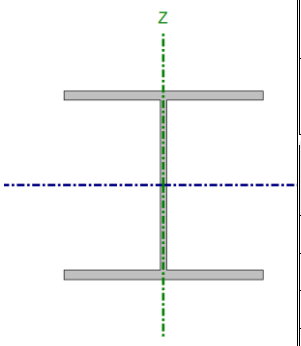
No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

7.4 Barra Dintel Exterior

Perfil: HE 200 A
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N236	N214	6.346	53.80	3692.00	1336.00	20.98

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.00	0.00
L_K	6.346	6.346	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)																Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y		
N236/N214	$\bar{\lambda} < 2.0$ Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 6.192 m η = 2.6	x: 0 m η = 2.9	x: 6.193 m η = 62.9	x: 0 m η = 8.1	x: 6.193 m η = 12.4	x: 0 m η = 0.4	η < 0.1	η < 0.1	x: 6.193 m η = 64.8	η < 0.1	η = 1.4	x: 6.193 m η = 12.5	x: 0 m η = 0.4		**CUMPLE η = 64.8**

Notación:
$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)

<u>Limitación de esbeltez</u> (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: ***1.47*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : *53.80* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.	N_{cr}	:	*70.081*	t
El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):				
a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	$N_{cr,y}$	:	*193.667*	t
b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	$N_{cr,z}$	:	*70.081*	t
c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$	:	∞	

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y	:	*3692.00*	cm4
I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z	:	*1336.00*	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t	:	*20.98*	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w	:	*108000.00*	cm6
E: Módulo de elasticidad.	E	:	*2140673*	kp/cm²
G: Módulo de elasticidad transversal.	G	:	*825688*	kp/cm²
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky}	:	*6.346*	m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz}	:	*6.346*	m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt}	:	*0.000*	m
i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_0	:	*9.67*	cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y	:	*8.28*	cm
	i_z	:	*4.98*	cm
	y_0	:	*0.00*	mm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

z_0	:	*0.00*	mm

<u>Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</u> (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

26.15 ≤ 170.28 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	**h_w**	:	*170.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	**t_w**	:	*6.50*	mm
A_w: Área del alma.	**A_w**	:	*11.05*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	**$A_{fc,ef}$**	:	*20.00*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	**k**	:	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	**E**	:	*2140673*	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	**f_{yf}**	:	*2803.26*	kp/cm²

Siendo:

<u>Resistencia a tracción</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

η : ***0.026*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.192 m del nudo N236, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	**$N_{t,Ed}$**	:	*3.793*	t

La resistencia de cálculo a tracción $\mathbf{N_{t,Rd}}$ viene dada por:

$\mathbf{N_{t,Rd}}$	:	*143.634*	t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero.

A	:	*53.80*	cm²
$\mathbf{f_{yd}}$	:	*2669.77*	kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\mathbf{f_y}$	:	*2803.26*	kp/cm²
γ_{M0}	:	*1.05*	

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η	:	***0.010***	✓

η	:	***0.029***	✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N236, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(EI).

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$\mathbf{N_{c,Ed}}$	:	*1.377*	t

La resistencia de cálculo a compresión $\mathbf{N_{c,Rd}}$ viene dada por:

$\mathbf{N_{c,Rd}}$	:	*143.634*	t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero.

Clase	:	*1*	
A	:	*53.80*	cm²
$\mathbf{f_{yd}}$	:	*2669.77*	kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: *46.750* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : *53.80* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M1} : *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : *0.67*

χ_z : *0.33*

Siendo:

ϕ_y : *1.01*

ϕ_z : *1.89*

α: Coeficiente de imperfección elástica. — α_y : *0.34*; α_z : *0.49*

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y$: *0.88*

$\bar{\lambda}_z$: *1.47*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: — N_{cr} : *70.081* t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. — $N_{cr,y}$: *193.667* t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. — $N_{cr,z}$: *70.081* t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. — $N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η	:	***0.629***	✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.193 m del nudo N236, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+	:	*7.094*	t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.193 m del nudo N236, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^-	:	*7.218*	t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$	:	*11.467*	t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase	:	*1*	

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$	:	*429.50*	cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}	:	*2669.77*	kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y	:	*2803.26*	kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0}	:	*1.05*	

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η	:	***0.081***	✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N236, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(R)1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+	:	*0.439*	t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N236, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^-	:	*0.343*	t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$	:	*5.441*	t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase	:	*1*	

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z}$	:	*203.80*	cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}	:	*2669.77*	kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y	:	*2803.26*	kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0}	:	*1.05*	

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η	:	***0.124***	✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 6.193 m del nudo N236, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *3.463* t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *27.822* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante. A_v : *18.05* cm²

Siendo:

h: Canto de la sección. **h** : *190.00* mm

t_w: Espesor del alma. t_w : *6.50* mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

20.62 < **64.71** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *20.62*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *64.71*

ε: Factor de reducción. ε : *0.92*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia.	f_{ref}	:	*2395.51*	kp/cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	:	*2803.26*	kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η	:	***0.004***	✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N236, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	V_{Ed}	:	*0.276*	t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

	$V_{c,Rd}$	:	*65.895*	t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.	A_v	:	*42.75*	cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta.	A	:	*53.80*	cm²
d: Altura del alma.	d	:	*170.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w	:	*6.50*	mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd}	:	*2669.77*	kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	:	*2803.26*	kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0}	:	*1.05*	

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

0.324 t ≤ **13.911 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(R)2.

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.324* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *27.822* t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

0.276 t ≤ **32.947 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.276* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *65.895* t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.648*** ✓

η : ***0.646*** ✓

η	:	***0.416***	✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 6.193 m del nudo N236, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$N_{c,Ed}$	:	*0.878*	t
$M_{y,Ed}^{+}$	:	*7.094*	t·m
$M_{z,Ed}^{+}$	:	*0.127*	t·m
Clase	:	*1*	
$N_{pl,Rd}$	:	*143.634*	t
$M_{pl,Rd,y}$	:	*11.467*	t·m
$M_{pl,Rd,z}$	:	*5.441*	t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

A	:	*53.80*	cm²
$W_{pl,y}$	:	*429.50*	cm³
$W_{pl,z}$	:	*203.80*	cm³
f_{yd}	:	*2669.77*	kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y	:	*2803.26*	kp/cm²
γ_{M1}	:	*1.05*	

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

k_y	:	*1.01*	
k_z	:	*1.03*	
$C_{m,y}$	:	*1.00*	
$C_{m,z}$	:	*1.00*	
χ_y	:	*0.67*	
χ_z	:	*0.33*	
$\bar{\lambda}_y$	:	*0.88*	
$\bar{\lambda}_z$	:	*1.47*	

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y	:	*0.60*
α_z	:	*0.60*

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(R)2.

0.324 t ≤ **13.888 t** ✓

Donde:

$\mathbf{V_{Ed,z}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — $\mathbf{V_{Ed,z}}$: *0.324* t

$\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. — $\mathbf{V_{c,Rd,z}}$: *27.776* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : ***0.014*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(R)1.

$\mathbf{M_{T,Ed}}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. — $\mathbf{M_{T,Ed}}$: *0.005* t·m

El momento torsor resistente de cálculo $\mathbf{M_{T,Rd}}$ viene dado por:

$\mathbf{M_{T,Rd}}$: *0.323* t·m

Donde:

$\mathbf{W_T}$: Módulo de resistencia a torsión. — $\mathbf{W_T}$: *20.98* cm³

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero. — $\mathbf{f_{yd}}$: *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.125*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 6.193 m del nudo N236, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H2+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. — V_{Ed} : *3.463* t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. — $M_{T,Ed}$: *0.004* t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: *27.679* t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. — $V_{pl,Rd}$: *27.822* t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. — $\tau_{T,Ed}$: *19.74* kp/cm²

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. — W_T : *20.98* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η	:	***0.004***	✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N236, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·V(180°)H2+0.75·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

V_{Ed}	:	*0.276*	t
$M_{T,Ed}$	:	*0.004*	t·m
$V_{pl,T,Rd}$	:	*65.568*	t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$V_{pl,Rd}$	:	*65.895*	t
$\tau_{T,Ed}$	:	*19.05*	kp/cm²

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

W_T	:	*20.98*	cm³
f_{yd}	:	*2669.77*	kp/cm²

Siendo:

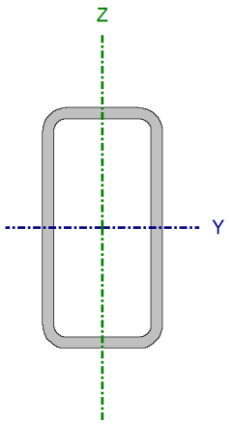
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y	:	*2803.26*	kp/cm²
γ_{M0}	:	*1.05*	

7.5 Barra Tubular

Perfil: RHS 200x100x10.0
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N150	N152	1.587	53.36	2516.48	831.51	2151.34

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	1.00	1.00	0.98	1.00
L_K	1.587	1.587	1.550	1.587
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)																Estado
	$\bar{\lambda}$	λ_w	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	NM_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	$M_zM_tV_z$	M_tV_Y		
N150/N152	$\bar{\lambda}$ < 2.0 Cumple	$\lambda_w \leq \lambda_{w,máx}$ Cumple	x: 1.54 m η = 13.5	x: 0.051 m η = 30.1	x: 0.796 m η = 5.2	x: 0.051 m η = 0.4	x: 1.541 m η = 1.3	η = 0.1	η < 0.1	η < 0.1	x: 0.796 m η = 33.2	η < 0.1	η = 0.4	x: 1.541 m η = 1.3	η = 0.1		**CUMPLE η = 33.2**

Notación:
$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
λ_w: Abolladura del alma inducida por el ala comprimida
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_zV_z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)

<u>Limitación de esbeltez</u> (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: ***0.46*** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : *1*

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : *53.36* cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : *2803.26* kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.	N_{cr}	:	*697.880*	t
El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):				
a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	$N_{cr,y}$	:	*2112.070*	t
b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	$N_{cr,z}$	:	*697.880*	t
c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T}$	:	*28313.403*	t

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y	:	*2516.48*	cm4
I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z	:	*831.51*	cm4
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t	:	*2151.34*	cm4
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w	:	*0.00*	cm6
E: Módulo de elasticidad.	E	:	*2140673*	kp/cm²
G: Módulo de elasticidad transversal.	G	:	*825688*	kp/cm²
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky}	:	*1.587*	m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz}	:	*1.587*	m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt}	:	*1.587*	m
i_0: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i_0	:	*7.92*	cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y	:	*6.87*	cm
	i_z	:	*3.95*	cm
	y_0	:	*0.00*	mm

y_0 , z_0: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

z_0	:	*0.00*	mm

<u>Abolladura del alma inducida por el ala comprimida</u> (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

18.00 ≤ 434.67 ✓

Donde:

h_w: Altura del alma.	h_w	:	*180.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w	:	*10.00*	mm
A_w: Área del alma.	A_w	:	*36.00*	cm²
$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.	$A_{fc,ef}$	:	*10.00*	cm²
k: Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k	:	*0.30*	
E: Módulo de elasticidad.	E	:	*2140673*	kp/cm²
f_{yf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.	f_{yf}	:	*2803.26*	kp/cm²

Siendo:

<u>Resistencia a tracción</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

η	:	***0.135***	✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.540 m del nudo N150, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	$N_{t,Ed}$	:	*19.256*	t

La resistencia de cálculo a tracción $\mathbf{N_{t,Rd}}$ viene dada por:

$\mathbf{N_{t,Rd}}$	:	*142.471*	t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero.

A	:	*53.36*	cm²
$\mathbf{f_{yd}}$	:	*2669.77*	kp/cm²

Siendo:

$\mathbf{f_y}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\mathbf{f_y}$	:	*2803.26*	kp/cm²
γ_{M0}	:	*1.05*	

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η	:	***0.260***	✓
η	:	***0.301***	✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.051 m del nudo N150, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$\mathbf{N_{c,Ed}}$	:	*36.995*	t

La resistencia de cálculo a compresión $\mathbf{N_{c,Rd}}$ viene dada por:

$\mathbf{N_{c,Rd}}$	:	*142.471*	t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$\mathbf{f_{yd}}$: Resistencia de cálculo del acero.

Clase	:	*1*	
A	:	*53.36*	cm²
$\mathbf{f_{yd}}$	:	*2669.77*	kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: *123.018* t

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. — **A** : *53.36* cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. — f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) — f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. — γ_{M1} : *1.05*

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : *0.97*
χ_z : *0.86*
χ_T : *1.00*

Siendo:

ϕ_y : *0.55*
ϕ_z : *0.67*
ϕ_T : *0.47*

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : *0.49*
α_z : *0.49*
α_T : *0.49*

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_y$: *0.27*
$\bar{\lambda}_z$: *0.46*
$\bar{\lambda}_T$: *0.07*

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores: — N_{cr} : *697.880* t

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. — $N_{cr,y}$: *2112.070* t

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. — $N_{cr,z}$: *697.880* t

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión. $N_{cr,T}$: *28313.403* t

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : ***0.052*** ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.796 m del nudo N150, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^+ : *0.456* t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.796 m del nudo N150, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo. M_{Ed}^- : *0.232* t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$: *8.697* t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : *1*

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y}$: *325.74* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Para esbelteces $\bar{\lambda}_{LT} \leq 0.4$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}_{LT}$	:	*0.16*	

M_{cr}: Momento crítico elástico de pandeo lateral.

M_{cr}^{+}	:	*361.521*	t·m
M_{cr}^{-}	:	*353.131*	t·m

El momento crítico elástico de pandeo lateral **M_{cr}** se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTv}: Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

M_{LTv}^{+}	:	*360.404*	t·m
M_{LTv}^{-}	:	*352.090*	t·m

M_{LTw}: Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

M_{LTw}^{+}	:	*28.400*	t·m
M_{LTw}^{-}	:	*27.105*	t·m

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$W_{el,y}$	:	*251.65*	cm³

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

I_z	:	*831.51*	cm4

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

I_t	:	*2151.34*	cm4

E: Módulo de elasticidad.

E	:	*2140673*	kp/cm²

G: Módulo de elasticidad transversal.

G	:	*825688*	kp/cm²

L_c^{+}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

L_c^{+}	:	*1.550*	m

L_c^{-}: Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

L_c^{-}	:	*1.587*	m

C_1: Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

C_1	:	*1.00*	

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$i_{f,z}^{+}$	:	*3.58*	cm
$i_{f,z}^{-}$	:	*3.58*	cm

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η	:	***0.004***	✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.051 m del nudo N150, para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(0°)H1+0.75·N(R)1.

M_{Ed}^+: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+	:	*0.017*	t·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 0.051 m del nudo N150, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(180°)H1+1.5·N(R)2.

M_{Ed}^-: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^-	:	*0.023*	t·m

El momento flector resistente de cálculo **$M_{c,Rd}$** viene dado por:

$M_{c,Rd}$	:	*5.311*	t·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase	:	*1*	

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z}$	:	*198.92*	cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}	:	*2669.77*	kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y	:	*2803.26*	kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0}	:	*1.05*	

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η	:	***0.013***	✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en un punto situado a una distancia de 1.541 m del nudo N150, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H2+1.5·N(R)2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed}	:	*0.742*	t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$	:	*55.490*	t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.

A_v	:	*36.00*	cm²

Siendo:

d: Altura del alma.

t_w: Espesor del alma.

d	:	*180.00*	mm
t_w	:	*10.00*	mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd}	:	*2669.77*	kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y	:	*2803.26*	kp/cm²
γ_{M0}	:	*1.05*	

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

18.00	<	**64.71**	✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma.

λ_w	:	*18.00*	

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{máx}$	:	*64.71*	

ε: Factor de reducción.

ε	:	*0.92*	

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia.	f_{ref}	: *2395.51*	kp/cm²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: *2803.26*	kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	V_{Ed}	: *0.017*	t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: *26.765* t

Donde:

A_v: Área transversal a cortante.	A_v	: *17.36*	cm²

Siendo:

A: Área de la sección bruta.	A	: *53.36*	cm²
d: Altura del alma.	d	: *180.00*	mm
t_w: Espesor del alma.	t_w	: *10.00*	mm

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd}	: *2669.77*	kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	: *2803.26*	kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0}	: *1.05*	

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

10.00 < **64.71** ✓

Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. λ_w : *10.00*

$\lambda_{máx}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{máx}$: *64.71*

ε: Factor de reducción. ε : *0.92*

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. f_{ref} : *2395.51* kp/cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

<u>Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.723 t ≤ **27.745 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.723* t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd}$: *55.490* t

<u>Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

0.017 t ≤ **13.383 t** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

$\mathbf{V_{Ed}}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{V_{Ed}}$: *0.017* t

$\mathbf{V_{c,Rd}}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $\mathbf{V_{c,Rd}}$: *26.765* t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.311*** ✓

η : ***0.321*** ✓

η : ***0.332*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 0.796 m del nudo N150, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

Donde:

$\mathbf{N_{c,Ed}}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo. $\mathbf{N_{c,Ed}}$: *36.876* t

$\mathbf{M_{y,Ed}}$, $\mathbf{M_{z,Ed}}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $\mathbf{M_{y,Ed}^{+}}$: *0.450* t·m; $\mathbf{M_{z,Ed}^{+}}$: *0.003* t·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple. **Clase** : *1*

$\mathbf{N_{pl,Rd}}$: Resistencia a compresión de la sección bruta. $\mathbf{N_{pl,Rd}}$: *142.471* t; $\mathbf{M_{pl,Rd,y}}$: *8.697* t·m

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,z}$	:	*5.311*	t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

A	:	*53.36*	cm²
$W_{pl,y}$	:	*325.74*	cm³
$W_{pl,z}$	:	*198.92*	cm³
f_{yd}	:	*2669.77*	kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y	:	*2803.26*	kp/cm²
γ_{M1}	:	*1.05*	

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y	:	*1.02*	
k_z	:	*1.08*	

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$C_{m,y}$	:	*1.00*	
$C_{m,z}$	:	*1.00*	

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

χ_y	:	*0.97*	
χ_z	:	*0.86*	

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

$\bar{\lambda}_y$	:	*0.27*	
$\bar{\lambda}_z$	:	*0.46*	
α_y	:	*0.60*	
α_z	:	*0.60*	

<u>Resistencia a flexión, axil y cortante combinados</u> (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo **V_{Ed}** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H2+1.5·N(EI).

0.723 t ≤ **27.641 t** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed,z}$: *0.723* t

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{c,Rd,z}$: *55.281* t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : ***0.004*** ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.021* t·m

El momento torsor resistente de cálculo **$M_{T,Rd}$** viene dado por:

$M_{T,Rd}$: *5.272* t·m

Donde:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *342.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.013*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en un punto situado a una distancia de 1.541 m del nudo N150, para la combinación de acciones 1.35·PP+0.9·V(0°)H2+1.5·N(R)2.

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.742* t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.018* t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: *55.297* t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd}$: *55.490* t

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed}$: *5.36* kp/cm²

Siendo:

W_T: Módulo de resistencia a torsión. W_T : *342.00* cm³

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *2669.77* kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : *2803.26* kp/cm²

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M0} : *1.05*

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : ***0.001*** ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.5·N(EI).

V_{Ed}: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : *0.017* t

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed}$: *0.021* t·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido **$V_{pl,T,Rd}$** viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: *26.660* t

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{pl,Rd}$	:	*26.765*	t
$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.	$\tau_{T,Ed}$	:	*6.06*	kp/cm²

Siendo:

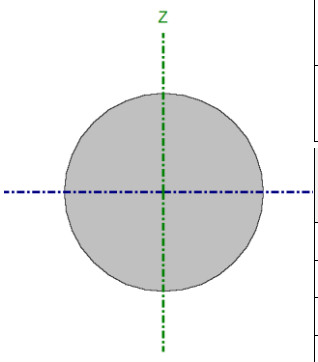
W_T: Módulo de resistencia a torsión.	W_T	:	*342.00*	cm³
f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd}	:	*2669.77*	kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y	:	*2803.26*	kp/cm²
γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M0}	:	*1.05*	

7.6 Barra Arriostramientos

Perfil: R 22
Material: Acero (S275)



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm²)	I_y(1) (cm4)	I_z(1) (cm4)	I_t(2) (cm4)
N211	N188	8.907	3.80	1.15	1.15	2.30

Notas:
(1) Inercia respecto al eje indicado
(2) Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
β	0.00	0.00	0.00	0.00
L_K	0.000	0.000	0.000	0.000
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000
C_1	-		1.000	

Notación:
β: Coeficiente de pandeo
L_K: Longitud de pandeo (m)
C_m: Coeficiente de momentos
C_1: Factor de modificación para el momento crítico

Barra	COMPROBACIONES (CTE DB SE-A)														Estado
	$\bar{\lambda}$	N_t	N_c	M_Y	M_Z	V_Z	V_Y	M_YV_Z	M_ZV_Y	N_YM_Z	$NM_YM_ZV_YV_Z$	M_t	M_tV_Z	M_tV_Y	
N211 /N188	$\bar{\lambda}$ ≤ 4.0 Cumple	η = 40.3	N_{Ed} = 0.00 N.P.(1)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(2)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	V_{Ed} = 0.00 N.P.(3)	N.P.(4)	N.P.(4)	N.P.(5)	N.P.(6)	M_{Ed} = 0.00 N.P.(7)	N.P.(8)	N.P.(8)	**CUMPLE η = 40.3**

Notación:
$\bar{\lambda}$: Limitación de esbeltez
N_t: Resistencia a tracción
N_c: Resistencia a compresión
M_Y: Resistencia a flexión eje Y
M_Z: Resistencia a flexión eje Z
V_Z: Resistencia a corte Z
V_Y: Resistencia a corte Y
M_YV_Z: Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados
M_ZV_Y: Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados
NM_YM_Z: Resistencia a flexión y axil combinados
$NM_YM_ZV_YV_Z$: Resistencia a flexión, axil y cortante combinados
M_t: Resistencia a torsión
M_tV_Z: Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados
M_tV_Y: Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados
x: Distancia al origen de la barra
η: Coeficiente de aprovechamiento (%)
N.P.: No procede

Comprobaciones que no proceden (N.P.):
(1) La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.
(2) La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.
(3) La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.
(4) No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
(5) No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
(6) No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.
(7) La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.
(8) No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

$\bar{\lambda}$ < ***0.01*** ✓

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

A	:	*3.80*	cm²
f_y	:	*2701.33*	kp/cm²
N_{cr}	:	∞	

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

η	:	***0.403***	✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·PP+1.5·V(270°)H1+0.75·N(R)1.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$	:	*3.942*	t

La resistencia de cálculo a tracción **$N_{t,Rd}$** viene dada por:

$N_{t,Rd}$	:	*9.780*	t

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

A	:	*3.80*	cm²
f_{yd}	:	*2572.69*	kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

f_y	:	*2701.33*	kp/cm²
γ_{M0}	:	*1.05*	

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

7.7 Comprobación Zapatas Aisladas

Referencia: N215 Dimensiones: 365 x 365 x 85 Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: *Criterio de CYPE Ingenieros*		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 2 kp/cm² Calculado: 0.307 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 2.5 kp/cm² Calculado: 0.286 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 2.5 kp/cm² Calculado: 0.655 kp/cm²	Cumple
Vuelco de la zapata: *Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.*		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 20.9 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 1273.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 29.15 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 7.08 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 21.51 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 4.40 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: *Criterio de CYPE Ingenieros*	Máximo: 509.68 t/m² Calculado: 16.08 t/m²	Cumple
Canto mínimo: *Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 25 cm Calculado: 85 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N215:	Mínimo: 0 cm Calculado: 77 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: *Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08*	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple

Referencia: N215
Dimensiones: 365 x 365 x 85
Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26

Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima necesaria por flexión: *Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08*	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0005	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: *Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)*	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: *Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: *Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: J. Calavera. "Cálculo de Estructuras de Cimentación". Capítulo 3.16*	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 26 cm	Cumple
Longitud de anclaje: *Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991*		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 93 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 93 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 95 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 95 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 93 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 93 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 95 cm	Cumple

Referencia: N215		
Dimensiones: 365 x 365 x 85		
Armados: Xi:Ø16c/26 Yi:Ø16c/26 Xs:Ø16c/26 Ys:Ø16c/26		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 95 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

7.8 Comprobación Viga de Atado

Referencia: C.1 [N1-N215] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2Ø12 -Armadura inferior: 2Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: *Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Diámetro mínimo de la armadura longitudinal (Recomendación del Artículo 58.8.2 de la EHE-08): Mínimo: 12.0 mm, Calculado: 12.0 mm (Cumple) - No llegan estados de carga a la cimentación.		

7.9 Comprobación Soldadura Cumbrera

1) Chapa frontal

Resistencia de las secciones a corte (CTE DB SE-A, 6.2.4)

La comprobación no procede.

Resistencia de las secciones a flexión (CTE DB SE-A, 6.2.6)

La comprobación no procede.

Interacción de esfuerzos en secciones (CTE DB SE-A, 6.2.8)

La comprobación no procede.

Giro admisible de la chapa frontal (Criterio de CYPE Ingenieros)

La comprobación no procede.

2) Viga (a) HE 200 A

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).
Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).
En el caso de uniones en T

- si a > 120° ⇒ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si a < 60° ⇒ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).
Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

β_w: coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

f_u: resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

$\sigma_\perp$: tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

$\sigma_{||}$: tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

$\tau_\perp$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

$\tau_{||}$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	200	10.0	80.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	136	6.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	200	10.0	80.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\|\|}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	145.0	172.8	0.7	332.6	86.19	147.5	44.97	410.0	0.85
Soldadura del alma	108.2	108.2	37.9	226.1	58.60	108.2	32.98	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	174.1	146.1	0.5	307.2	79.61	174.1	53.09	410.0	0.85

3) Viga (b) HE 200 A

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).
Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).
En el caso de uniones en T

- si a > 120° ⇒ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si a < 60° ⇒ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).
Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

β_w: coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

f_u: resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

$\sigma_\perp$: tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

$\sigma_{||}$: tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

$\tau_\perp$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

$\tau_{||}$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura del ala superior	En ángulo	5	200	10.0	80.00
Soldadura del alma	En ángulo	3	136	6.5	90.00
Soldadura del ala inferior	En ángulo	5	200	10.0	80.00
a: Espesor garganta *l: Longitud efectiva* *t: Espesor de piezas*					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\|\|}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	145.0	172.8	0.7	332.6	86.19	147.5	44.97	410.0	0.85
Soldadura del alma	108.2	108.2	37.9	226.1	58.60	108.2	32.98	410.0	0.85
Soldadura del ala inferior	174.1	146.1	0.5	307.2	79.61	174.1	53.09	410.0	0.85

7.10 Comprobación Placas de Anclaje Cimentación

1) Pilar HE 360 A

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).
Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).
En el caso de uniones en T

- si a > 120° ⇒ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si a < 60° ⇒ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).
Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

β_w: coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

f_u: resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

$\sigma_\perp$: tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

$\sigma_{||}$: tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

$\tau_\perp$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

$\tau_{||}$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Comprobaciones geométricas					
Ref.	Tipo	a (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Soldadura perimetral a la placa	En ángulo	7	1594	10.0	90.00
a: Espesor garganta *l: Longitud efectiva* *t: Espesor de piezas*					

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Soldadura perimetral a la placa	La comprobación no procede.							410.0	0.85

2) Placa de anclaje

Referencia: -Placa base: Ancho X: 650 mm Ancho Y: 700 mm Espesor: 30 mm -Pernos: 8Ø32 mm L=75 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(200x30x10.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: *3 diámetros*	Mínimo: 96 mm Calculado: 275 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: *1.5 diámetros*	Mínimo: 48 mm Calculado: 50 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 46	Cumple
Longitud mínima del perno: *Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.*	Mínimo: 37 cm Calculado: 75 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	 Máximo: 20.912 t Calculado: 18.088 t Máximo: 14.638 t Calculado: 1.704 t Máximo: 20.912 t Calculado: 20.522 t	 Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 26.226 t Calculado: 17.044 t	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 3883.31 kp/cm² Calculado: 2154.15 kp/cm²	Cumple
Aplastamiento perno en placa: *Límite del cortante en un perno actuando contra la placa*	Máximo: 51.26 t Calculado: 1.598 t	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 2669.77 kp/cm²	

Referencia: -Placa base: Ancho X: 650 mm Ancho Y: 700 mm Espesor: 30 mm -Pernos: 8Ø32 mm L=75 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(200x30x10.0)		
Comprobación	Valores	Estado
- Derecha:	Calculado: 1862.34 kp/cm²	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1862.36 kp/cm²	Cumple
- Arriba:	Calculado: 1951.13 kp/cm²	Cumple
- Abajo:	Calculado: 2056.46 kp/cm²	Cumple
Flecha global equivalente: *Limitación de la deformabilidad de los vuelos*	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1258.39	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1258.36	Cumple
- Arriba:	Calculado: 4851.96	Cumple
- Abajo:	Calculado: 4272.22	Cumple
Tensión de Von Mises local: *Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo*	Máximo: 2669.77 kp/cm² Calculado: 1871.25 kp/cm²	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional:		
- Relación rotura pésima sección de hormigón: 0.187 - Punto de tensión local máxima: (-0.15, -0.35)		

Cordones de soldadura

Disposiciones constructivas y clasificación (CTE DB SE-A 8.6.1).
Las prescripciones que siguen serán aplicables cuando los elementos a unir tienen al menos 4 mm de espesor y son de aceros estructurales soldables.

Soldadura en ángulo. Se utiliza para unir elementos cuyas caras de fusión forman un ángulo (a) comprendido entre 60° y 120°. Pueden ser uniones en T o de solape (figura 8.6).
En el caso de uniones en T

- si a > 120° ⇒ No se considerará que se pueden transmitir esfuerzos.
- si a < 60° ⇒ Se considerará como soldadura a tope con penetración parcial.

La longitud efectiva de un cordón de soldadura en ángulo será la total del cordón siempre que se mantenga el espesor de garganta nominal (véase figura 8.9), pero no se considerarán cordones cuya longitud sea inferior a 40 mm o a seis veces el ancho de garganta.

Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo (CTE DB SE-A 8.6.2).
Espesor de garganta del cordón en ángulo. Se observarán las siguientes limitaciones:

- el espesor de garganta de un cordón de soldadura en ángulo no será menor de 3 mm.
- en el caso de soldadura con penetración profunda se podrá tomar el espesor de garganta dado en la figura 8.9.c) siempre que se demuestre por ensayos que se puede conseguir de forma estable la penetración requerida.

La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

siendo

β_w: coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1.

f_u: resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión.

$\sigma_\perp$: tensión normal perpendicular al plano de la garganta.

$\sigma_{||}$: tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar.

$\tau_\perp$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón.

$\tau_{||}$: tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Resistencia de cálculo de las soldaduras a tope (CTE DB SE-A 8.6.3).

En uniones a tope con penetración parcial la resistencia de cálculo se determinará como la de los cordones de soldadura en ángulo, teniendo en cuenta lo siguiente:

a) el espesor de garganta será la profundidad de la penetración que se pueda conseguir de forma estable, que se debe determinar mediante evidencia experimental previa.

para el caso de que se tenga preparación de bordes en U, V, J o recto, se tomará como espesor de garganta el canto nominal de la preparación menos 2,0 mm, a menos que se puedan justificar experimentalmente valores superiores.

Comprobaciones geométricas						
Ref.	Tipo	a (mm)	Preparación de bordes (mm)	l (mm)	t (mm)	Ángulo (grados)
Rigidizador y-y (x = -155): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	--	700	10.0	90.00
Rigidizador y-y (x = 155): Soldadura a la placa base	En ángulo	7	--	700	10.0	90.00
Soldadura de los pernos a la placa base	De penetración parcial	--	10	101	30.0	90.00

a: Espesor garganta
l: Longitud efectiva
t: Espesor de piezas

Comprobación de resistencia									
Ref.	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (N/mm²)	β_w
	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	$\tau_\perp$ (N/mm²)	$\tau_{\parallel}$ (N/mm²)	Valor (N/mm²)	Aprov. (%)	$\sigma_\perp$ (N/mm²)	Aprov. (%)		
Rigidizador y-y (x = -155): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Rigidizador y-y (x = 155): Soldadura a la placa base	La comprobación no procede.							410.0	0.85
Soldadura de los pernos a la placa base	0.0	0.0	207.9	360.1	93.32	0.0	0.00	410.0	0.85

Logroño, septiembre de 2019

El alumno de la titulación de Grado en Ingeniería Mecánica

Fdo.: Cristian Bañares Santamaría

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

“PROYECTO NAVE INDUSTRIAL”

Alumno: CRISTIAN BAÑARES SANATAMARÍA

Tutores: ESTEBAN FRAILE GRACÍA
JAVIER FERREIRO CABELLO

SEPTIEMBRE DE 2019

ÍNDICE

1. Definición y Alcance

1.1 Introducción

El presente pliego pretende establecer las normas y criterios que se aplicarán en el Proyecto. Se establecerán los criterios a aplicar en la ejecución de la obra, así como las normas que se han de seguir en la ejecución material de las obras, plazos de garantía y pruebas previstas.

Se considerarán sujetas a las posteriores condiciones del pliego, todas las obras cuyas características, planos, presupuestos y mediciones se adjunten en el presente proyecto.

Se seguirá todo lo elaborado en el pliego conforme todos los Documentos Básicos del Código Técnico de la edificación, así como todos los complementos DB reconocidos por el CTE y órdenes vigentes hasta la fecha de redacción Proyecto.

1.2 Objeto

EL pliego de condiciones técnicas, contendrá todas las disposiciones legales, económicas y facultativas por las que se ha de regir la elaboración de las obras.

Serán de estudio obligatorio todas las obras incluidas en el presupuesto, así como todos los gastos de mano de obra y material para la realización del mismo, además el contratista deberá atenerse estrictamente a lo dictado en el pliego, pudiendo modificar alguna condición de extrema necesidad, previa consulta con el director de redacción del Proyecto.

1.3 Alcance de la obra

Todos los documentos del presente Proyecto se complementan de manera conjunta, además alguna de las obras viniendo definida únicamente en alguna de las partes como planos y presupuesto, además ha de ser elaborada por el contratista de manera normal y sin indemnización por parte del propietario. De igual manera ocurre para todos los trabajos, que no viniendo indicados en los planos y presupuesto, han de ser ejecutados de manera normal a la ejecución de la obra con una calidad adecuada.

1.4 Documentos que definen las obras

Los documentos que definen las obras son 4: Memoria, Planos, Pliego de Condiciones y Presupuesto. En la memoria se describirán con detalle las obras e instalaciones. En los Planos se definirá la situación de la zona industrial, estructura y detalles constructivos, y se podrán observar las fichas de fabricación de las piezas. En el Pliego de Condiciones se hará una descripción de las obras o extracto de la Memoria Descriptiva y en el Presupuesto se definirán, especificando su número y las unidades de obra completas.

Para cualquier documentación que haya podido quedar incompleta, se seguirá lo dictado por el Pliego General de Condiciones de la Edificación.

1.5 Compatibilidad de documentos

Todos los documentos que definen el Proyecto son compatibles entre sí y además se complementan unos con otros, pero se ha de conseguir que solo con los planos y el pliego de condiciones se pueda ejecutar completamente el Proyecto.

Desde el punto de vista tecnico-teorico, el documento más importante seria la memoria seguida de los planos y si se mira desde un punto jurídico sería el Pliego de Condiciones.

1.6 Disposiciones Legales

Las normas sobre la redacción y dirección de la obra de edificación y a las cuales ha de atenerse el adjudicatario de acuerdo a los documentos dados son:

1.6.1 Normativa básica en Edificación

- CTE-DB-SE: Código Técnico Edificación- Documento Básico- Seguridad Estructural.
- CTE-DB-SE-AE: Código Técnico Edificación- Documento Básico- Seguridad Estructural- Acciones en la Edificación.
- CTE-DB-SE-C: Código Técnico Edificación- Documento Básico- Seguridad Estructural-Cimientos.
- CTE-DB-SE-A: Código Técnico Edificación- Documento Básico- Seguridad Estructural- Acero.

- EHE-08: Instrucción Española del Hormigón Estructural.
- Plan General de Ordenación Urbana de Castañares de Rioja

1.6.2 Normativa de Abastecimiento de Agua y recogida de vertidos

- CTE-DB-HS: Técnico Edificación- Documento Básico- Salubridad.

  HS 4: Suministro de Agua

  HS 5 Evacuación de Aguas

- Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establece los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
- Real Decreto 06/2003, de 23 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos preliminar, IV, V, VI y VIII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.
- Plan General de Ordenación Urbana de Castañares de Rioja

1.6.3 Normativa de Uso de suelos

- Ley 5/2006, de 2 de mayo, de Ordenación del Territorio y Urbanismo de La Rioja
- Normas Urbanísticas Regionales de La Rioja (NUR 2007)
- Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación regeneración y renovación urbanas.
- Plan General de Ordenación Urbana de Castañares de Rioja

1.6.4 Normativa Industrial Agroalimentaria

1.6.4.1 Registro Agroalimentario

- Real Decreto 191/2011, de 18 de febrero, sobre Registro General Sanitario de Empresas Alimentarias y Alimentos

1.6.4.2 Seguridad Alimentaria

- Decreto 2484/1967, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el texto del Código Alimentario Español.

- Decreto 2519/1974, de 9 de agosto, sobre entrada en vigor, aplicación y desarrollo del Código Alimentario Español.
- Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad.
- Real Decreto 1418/1986, de 13 de junio, sobre funciones de Ministerio de Sanidad y Consumo en materia de sanidad exterior.
- Ley 11/2001, de 5 de julio, por la que se crea la agencia Española de Seguridad Alimentaria
- Ley 17/2011, de 5 de julio, de seguridad alimentaria y nutrición.
- Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos.
- Real Decreto 19/2014, de 17 de enero, por el que se refunden los organismos autónomos Instituto Nacional de Consumo y Agencia Española De Seguridad Alimentaria y Nutrición en un nuevo organismo autónomo denominado Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición y se aprueba su estatuto.
- Real Decreto 227/2014, de 4 de abril, por le que se aprueba el Estatuto de Agencia de Información y Control Alimentarios.

1.6.4.3 Leguminosas

- Decreto 2484/1967, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el texto de Código Alimentario Español

1.6.5 Normativa Medioambiental

- Plan Especial de Protección del Medio Ambiente Natural de La Rioja (P.E.P.M.A.N.)

2. Disposiciones Generales

2.1 Naturaleza

El conjunto de condiciones que han de cumplir los materiales empleados en la construcción del edifico se denomina pliego general de prescripciones técnicas.

Se ha de seguir todo lo establecido en el pliego de prescripciones técnicas, así como en las disposiciones y condiciones generales de aplicación y los Documentos Básicos que conforman el Código técnico de la Edificación, además se seguirán los Documentos Reconocidos por el CTE definidos como documentos técnicos sin carácter reglamentario que cuenta con reconocimiento del Ministerio y ordenes vigentes hasta la fecha.

2.2 Documentos de Contrato

Lo documentos que definen el contrato son los siguientes:

- El compromiso propiamente dicho y el acuerdo de contrato
- Los documentos del proyecto gráficos y escritos.
- El presente Pliego de Condiciones Generales.

De igual manera para toda la documentación que haya quedado incompleta, se seguirá lo dictado por el Pliego General de Condiciones de la Edificación.

2.3 Preparación de la Obra

Una vez hayamos formalizado el contrato, el constructor debe previamente haber visitado y examinado el emplazamiento de las obras para así poder garantizar que tanto el lugar, medidas de acceso, climatología, vías de comunicación, etc., no van a afectar a la realización de las obligaciones fijadas en el contrato.

Una vez firmado el contrato, se tiene que comunicar a la Dirección Facultativa, habiendo comunicado previamente; los detalles complementarios, la memoria de organización de obra y el calendario de ejecución pormenorizado.

Los procedimientos que se necesiten para que la realización por las obras por el constructor, así como la circulación de las vías contiguas que sean precisas,

se deba desarrollar sin producir daños o molestias a dichos propietarios o a terceras personas.

Además, será el constructor el que tenga a su cargo el personal necesario para la ejecución inicial, el mantenimiento de todas las instalaciones indispensables para la iluminación, protección y vigilancia continua del emplazamiento de las obras, que sean imprescindibles para que seguridad o buena realización de éstas, según la Reglamentación Oficial vigente o las instrucciones de la Dirección Facultativa.

El constructor colocará una valla durante el periodo de obras, que deberá ser como mínimo el que exigen las Autoridades del lugar donde se están realizando las obras. Junto con esto también instalará servicios higiénicos, necesarios para el personal que trabaja en las obras, según el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.

Los estudios especiales que se necesiten para la posterior realización de los trabajos serán también expuestos por el Constructor. Es por esto que previamente a la realización de cualquier parte de la obra, el Constructor debe haber obtenido la aceptación técnica por parte de la Dirección facultativa, ya que de lo contrario no se podrá iniciar dicho trabajo.

2.4 Comienzo de la Obra

El comienzo de la obra será tras la aceptación del replanteo, momento donde se levanta el Acta de Replanteo.

Será el Constructor el responsable del replanteo correcto de las obras, así como de que los niveles, alineaciones y dimensiones de las obras llevadas a cabo sean correctos, y de que se facilite los instrumentos y mano de obra que sea necesario para conseguir un fin favorable.

En caso de que se produzca un error en los replanteos, dimensiones o alineaciones en cualquier parte de las obras, será el constructor el que se encargue de dicha rectificación, que será a su costa. Éste también debe preservar tanto estacas, señales o mojones que contribuyan al replanteo de las obras.

También cabe mencionar que cualquier objeto de valor que sea encontrado en las excavaciones en el emplazamiento, como pueden ser monedas, fósiles, restos arqueológicos, etc., van a ser consideradas propiedad del promotor. Será el constructor el que le debe notificar de forma inminente la existencia de estos objetos de valor, para impedir el deterioro de estos.

2.5 Ejecución de las Obras

Todas las obras de la construcción de dicho edificio serán realizadas sujetas al proyecto y sus modificaciones serán autorizadas por el director de la obra con previa conformidad del promotor, a la legislación aplicable, a las normas de la buena práctica constructiva, y a las instrucciones del Directo de la Obra y del Director de la Ejecución de la Obra.

Mientras se lleve cabo la construcción de la obra, se elaborará la documentación reglamentaria exigible, donde se va a incluir la documentación del control de calidad.

La documentación del seguimiento de la obra va a incluir: El Libro de Órdenes y Asistencias; El Libro de Incidencias en materia de seguridad y salud; el proyecto, sus anejos y modificaciones, la licencia de obras; la apertura de centro de trabajo y en su caso, las autorizaciones administrativas y el certificado final de obra.

Aunque se dé el caso de que en la obra intervengan diferentes técnicos para dirigir trabajos parciales, todos ellos estarán bajo el mando y coordinados por el director de la obra.

En la realización de la obra, tanto el directo de ella como el director de su ejecución, llevarán a cabo una serie de controles:

a) control de recepción en obra de los productos, sistemas y equipos que se proporcionan en las obras: el objetivo de este control es que todos los productos, sistemas y equipos que se suministran satisfacen con lo fijado en el proyecto. Y esto a su vez abarcará:

1. El control de la documentación de los suministros: serán los suministrados quienes entreguen los documentos de identificación de producto que exige la normativa de obligado cumplimiento al

constructor, y este a su vez será el que se los proporcione a el director de ejecución de la obra.

Estos documentos englobar a su vez los siguientes documentos: los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado, el certificado de garantía del fabricante, que debe estar firmado por personas físicas, y los documentos de autorizaciones administrativas exigidas de formas reglamentaria, incluida la documentación correspondiente al marcado CE, cuando sea necesaria.

2. El control mediante distintivos de calidad: en este control el suministrador debe facilitar la documentación que se requiera sobre los distintivos de calidad que muestren los productos, sistemas suministrados y evaluaciones técnicas de idoneidad. De igual forma será el director de ejecución de la obra el que compruebe que esta documentación es apta para aceptar dichos productos.

3. El control mediante ensayos: este control puede ser indispensable según lo establecido en la reglamentación vigente.

b) control de ejecución de la obra:

1. Será el director de la ejecución de la obra el que controle y dirija que la ejecución de esta sea correcta, así como los materiales que se empleen sean los indicados, incluyendo controles para verificar que se cumple con lo establecido en el proyecto.

2. También se va a comprobar que las medidas que se han empleado para afirmar la compatibilidad entre los distintos productos sea el correcto.

3. Se llevará a cabo el control de ejecución de la obra donde se emplearán los métodos que se consideren en las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos.

c) control de la obra terminada: Las instrucciones de la Dirección Facultativa, tendrán carácter ejecutivo y deben ser cumplidas por el constructor, sin arbitrariedad por posibles demandas posteriores por las partes interesadas,

y de otras responsabilidades que puedan surgir. Se incluyen las instrucciones para:

- Demoler las obras que no hayan sido realizadas según figuren en el contrato.
- Reemplazar o retirar materiales defectuosos.
- Garantizar la buena ejecución de la obra.
- Intentar cumplir el calendario de su construcción.

En caso de que el constructor considera que las ordenes que se le atribuyan son diferentes a lo fijado en el contrato, debe reclamar en un plazo de días a partir de su apreciación.

El promotor podrá sustituir a las personas encargadas de la dirección de la obra y de la ejecución material, pero para ello debe informárselo al Constructor. Las obligaciones y responsabilidades del nuevo personal de obra seguirán siendo el mismo que en el contrato fijado anteriormente.

Además, será el constructor el responsable de prestar todo el personal que sea necesario, así como elegir a una persona, que será el jefe de Obra. Éste debe tener tanto titulación como experiencia necesaria, que posteriormente será estudiada por el directo de obra para ser aprobada o no. En caso de que este jefe de obra no cumple con lo establecido se le retirará de forma inmediata y será el Constructor el que debe de volver a asignar uno nuevo.

El Constructor dispondrá del personal con titulaciones y experiencias que se requieran, y será la dirección de obra la que tenga la potestad para la retirada que cualquier miembro del personal del constructor, que en su opinión no cumple con lo establecido.

Así mimo, el Promotor podrá requerir al Constructor que su personal disponga de un distintivo, con el fin de poder llevar a cabo un control para el acceso a las obras.

El Constructor es el principal y único responsable de que el personal contratado por él esté en aprobación con la Reglamentación Laboral Vigente.

Las condiciones que figuran en el contrato en relación a las personas contratadas por el constructor, también van a ser asignadas a sus subcontratistas, y como hemos mencionado anteriormente el principal responsable de su cumplimiento va a ser el Constructor. De igual forma también va a ser el responsable de que se lleven a cabo todas las obligaciones de la Seguridad Social de ellos.

Será el promotor el que tenga la capacidad de hacer participar en la obra a otros constructores además del que figura en el contrato, todo esto bajo el mando de Dirección de la obra y a lo que el constructor figurante no se podrá negar.

En caso de que alguna parte de la obra dependa del Constructor, para poder ser ejecutada de forma correcta, se deben realizar inspecciones previas con el fin de que en caso de encontrar desperfectos sean comunicados de forma inmediata a la Dirección y ser corregidos posteriormente.

Si se produjesen daños entre el constructor y cualquier otra empresa contratada, será el propio constructor el que resuelva el problema y llegue a un acuerdo con dicha empresa, sin necesidad de cualquier reclamación al Promotor.

2.6 Condiciones generales de los materiales

Tanto los materiales como la forma en que van a ser empleados están fijadas en el contrato. Será la dirección de obra la que podrá requerir que le presente muestras de los materiales que se van a utilizar, para hacer un estudio previo de ellos.

Una vez estudiados y aprobados, y conforme con la CTE, todos los materiales y productos que ingresen en la obra llevarán la marca CE, de acuerdo con la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción, transpuesta por el Real Decreto 1630/1992 de 29 de diciembre, modificado por el Real Decreto 1329/1995 de 28 de julio, y otras Directicas europeas que le sean de aplicación.

En algunos casos y con el objetivo de garantizar su capacidad, los Documentos Básicos que forman parte del CTE constituyen las características

técnicas de productos y sistemas que se instalan en la obra, sin inconveniente del que se ha marcado por la CE que será aplicable conforme con las Directivas Europeas.

Las certificaciones, marcas o diferentes distintivos de calidad voluntarios que favorezcan el cumplimiento de lo básico exigido por la CTE, pueden ser reconocidas por las Administraciones Públicas. También podrán ser reconocidas las certificaciones de conformidad que ostenten los agentes que intervienen en la ejecución de las obras, las certificaciones medioambientales que consideren el análisis del ciclo de vida de los productos y otras evaluaciones medioambientales de edificios y otras certificaciones que faciliten el cumplimiento del CTE.

Incluido lo que hemos mencionado anteriormente de que equipos y sistemas que intervienen sean aprobados mediante una evaluación técnica, las Administraciones Públicas aplicarán lo siguiente:

- su actuación será objetiva y transparente, estableciendo una organización apropiada y personal técnica capacitado.
- su experiencia estará demostrada mediante la realización de pruebas, que será respaldada por los sistemas de gestión de calidad de los procedimientos de ensayo e inspección.
- su vigilancia constante sobre el mantenimiento de los productos y sistemas que ya han sido evaluados técnicamente.
- se tendrá la información expuesta al público, de libre disposición, sobre la vigencia de las evaluaciones técnicas de los productos.

Si fuese necesario realizar ensayos, como resultado de defectos observados, aun siendo el resultado de estos ensayos aceptable, el abono se realizará según lo que se ha establecido.

Pero en caso de no haber observado defectos aparentes y la Dirección decida realizar ensayos para su comprobación, el coste de estos será a cargo del Propietario sí el resultado es óptimo y en caso contrario sería para el Constructor.

El Constructor será la persona que asegure que se cumple con todos los acuerdos establecidos, y en caso de infracciones de patentes o procedimientos será el principal responsable. También será el encargado del transporte, descarga, almacenaje y manipulación de todos sus materiales, incluyendo la utilización de medios auxiliares del propietario u otros constructores.

2.7 Condiciones Económicas

A) Formas varias de abono de las obras.

Los trabajos se abonarán según la modalidad elegida de la siguiente manera:

- Tipo fijo total: La cifra que previamente ha sido fijada será abonada como base de la adjudicación, disminuida en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.
- Tipo fijo por unidad de obra: su precio que está fijado con antemano no puede varias, excepto el número de unidades efectuadas. El importe fijado por los trabajos realizados se abonará al constructor.
- Tanto variable por unidad de obra: en esta modalidad va a depender de las condiciones en que se realice y de los materiales que se utilicen, siendo la forma de abono con las mismas condiciones que en el caso anterior, y de igual forma el abono se entrega al constructor.

Dependiendo de las horas de trabajo que se realicen que estará determinado en el contrato.

B) Relaciones valoradas y certificaciones.

El constructor formara una relación valorada de las obras que se han realizado durante las fechas establecidas. Esto se va a valorar aplicando al resultado de la medición cúbica, general, superficial, lineal y numeral para cada unida de obra, los precios que se han establecido para cada uno en el presupuesto.

El Director de Ejecución Material será el que le facilite los datos correspondientes a el constructor, y éste en un plazo de 10 días de haberlos recibido, debe examinarlos y entregarlos firmados por su aprobación o por el contrario reclamando lo que considere.

Durante el plazo de esos 10 días posteriores a su recibo debe ser el Arquitecto-Director el que, en el caso de haber reclamaciones por parte del Constructor, las rechacé o las apruebe.

2.8 Recepción

Es el acto en el que el constructor una vez finalizada la obra, hace entrega de ésta al promotor. Deberá estipularse mediante un acta firmada, como mínimo por el promotor y el constructor, en la cual constará lo siguiente:

- Las partes que intervengan.
- La fecha del certificado final de la obra.
- Coste final de la realización de la obra.
- Las garantías que atribuyan al constructor sus responsabilidades.

Y como hemos mencionado anteriormente el certificado final de la obra, firmado por el director de obra y directores de la ejecución de la obra.

Podrá ser rechazada por el promotor la entrega de la obra, considerando este que no está finalizada o que no cumple con lo establecido en el contrato. En este caso, dicho rechazo debe constar en el acta, fijando así una nueva fecha de entrega.

La fecha de entrega debe estar dentro de los 30 días de la finalización de la obra.

Finalizada la obra, el director de la obra facilitará al promotor el proyecto para poder realizar los trámites administrativos correspondientes. A esta documentación también se le va a adjuntar como mínimo el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que intervienen en dicho proceso y la relativa de las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio, conforme con la normativa que se le aplique.

La documentación mencionada anteriormente será recogida en el Libro del Edificio, y este será entregado a los usuarios de éste.

Según el régimen de garantías exigibles para las obras de edificación comprendidas en el artículo 2 de la Ley 38/1999 de 5 de noviembre de

Ordenación de la Edificación se hará efectivo teniendo en cuenta las siguientes garantías:

- Seguro de daños materiales durante un año por defectos que ejecución, que puede aplicarse con la retención por el promotor de un 5% del importe de la ejecución material de la obra.
- Seguros de daños materiales con garantía de 3 años que exige la Ley de Ordenación de la Edificación debido a daños o defectos constructivos en las instalaciones, provocando un incumplimiento de habitabilidad.
- Seguro de daños materiales para garantizar durante 10 años defectos o problemas en la cimentación, soportes, vigas o a la estabilidad del edificio.

Se aceptarán como días de condiciones climatológicas, cuando los trabajos se realicen en alguna de estas condiciones:

- Sí una vez transcurrida una hora del comienzo del trabajo la temperatura sigue siendo menor a 2 grados centígrados.
- Sí la llueve es superior a 10 mm. Entre las 7h. y 18h.
- Sí el viento en tan fuerte que no permite a las máquinas efectuar el trabajo.
- Sí hay una fuerte helada, se puede prolongar un plazo máximo de dos días para permitir el deshielo.

3. Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

En este apartado vamos a determinar las características técnicas de los materiales, equipos y medios utilizados para la realización de la obra, así como también se destacarán las normas de seguridad en el desarrollo de los trabajos y métodos de medición y valoración que se emplearán para la ejecución del proyecto.

3.1 Generalidades

3.1.1 Mediciones y Valoraciones de la Unidades de Obra

Las obras que se realicen serán pagadas mensualmente sobre certificaciones parciales. Estas certificaciones solo van a contener las unidades de obra que se hayan terminado completamente en el plazo establecido. El presupuesto que contendrán éstas, va a estar conformado por los precios previamente establecidos y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Dicha comprobación, ya sea con una resolución positiva o negativa, deberá ser finalizada por ambas partes en un plazo máximo de 15 días.

Será el director de obra el que se encargue del trámite de las certificaciones de las obras finalizadas, con carácter provisional y que se van a verificar por la liquidación definitiva comprendida de dichas certificaciones.

Al contratista se le abonarán las obras de tierra, accesorios y fábrica, que sean realizadas bajo las condiciones del proyecto, o bajo la evaluación y revisión del director de la obra, lo cual figurara en el plano de detalle y órdenes escritas, siendo abonado por el volumen según se haya establecido en el cuadro de precios.

3.1.2 Condiciones Generales de seguridad e higiene en el trabajo

Según el Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo, las obras del proyecto deben cumplir todas las medidas de seguridad e higiene en beneficio del personal encargado de dicha realización.

3.2 Comienzo de la Obras

3.2.1 Replanteo.

El director de la obra será el encargado de realizar sobre el terreno una revisión general de las obras que conforman el proyecto. También deberá hacer cualquier revisión parcial en caso de ser necesario durante la realización de las obras, dejando señales o referencia en puntos fijos del terreno, para garantizar una correcta ejecución.

Para la realización de las revisiones el contratista será la persona que facilite los medios materiales que sean necesarios para llevar a cabo dicha actividad.

Una vez obtenidos los resultados, se va a proceder a levantar el acta, que irá acompañado de planos, mediciones y valoraciones firmadas por el director de obra y por el contratista. En el acta constaran cualquier modificación o incidencia producida, y el presupuesto final.

Desde el momento en que se firme el acta de replanteo, el contratista se convierte en el responsable de la protección de los datos de ésta.

En caso de producirse cualquier error en las alineaciones, o replanteo de la obra, será el contratista el encargado de solucionarlo a su costa. La comprobación de las alineaciones o replanteos por la dirección de la obra, no va a hacer que el contratista quede libre de sus obligaciones.

3.2.2 Limpieza del terreno.

Cualquier operación de desbrozado se debe realizar con las precauciones necesarias para impedir cualquier percance en edificios ya construidos, vías públicas…etc.

Los materiales que se puedan destruir mediante su quema, deben cumplir todas las normas de dicha localidad. Y los materiales que no permitan ser destruidos por el fuego, el contratista será el que decida el modo de hacerlo, pero siempre bajo autorización del Director de la Obra.

3.3 Movimiento de Tierras

3.3.1 Excavaciones.

Las excavaciones que se van a realizar son:

Excavaciones para cimientos de la nave industrial: El Director de la obra podrá organizar por etapas sucesivas las excavaciones para cimientos, con el fin de no disgregar más terreno del previsto.

En caso que el suelo fuese arcilloso, las excavaciones se realizarán en dos partes, sin ejecutar la capa final de 15 cm hasta que se construyan las cimentaciones de la obra.

Sí una vez estudiado el terreno, a la hora de realizar las excavaciones fuese necesario cambiar el sistema de cimentación fijado, se modificará el Proyecto, deteniendo así los trabajos que fuesen necesarios. El Contratista recibirá el coste de los trabajos que se han realizado.

Excavaciones en zanjas para riostras de cimentación: Según lo que figure en los planos, así serán las dimensiones de las zanjas, que además deben llevar el fondo nivelado con exactitud para que la riostra apoye correctamente en toda su longitud.

Sí fuese necesario un arreglo en los planos, o por indicaciones del Director de la Obra debido a un replanteo general, será el Contratista el que lleve a cabo las excavaciones que sean necesarias para la realización de las obras objeto de la obra. En estas excavaciones se va a incluir lo siguiente:

- Desbroce y despeje del terreno.
- Extracción.
- Transporte de los productos removidos en gran cantidad o vertedero.
- Acondicionar de terrenos en caso de ser necesario y operaciones necesarias para finalizar la obra.
- Relleno.

Cualquier excavación que no sea realizada por el Adjudicatario o bajo el visto bueno del Directo de Obra no se abonará. La gran cantidad de material que se

extrae debe ser realizada en un lugar apropiado para no perjudicar el tráfico, o alterar desagües. No se realizará ningún abono adicional por tales conceptos, ya se consideran trabajos intrínsecos a la obra.

3.3.1.1 Medición y valoración de las excavaciones.

El abono de las excavaciones de las obras se va a producir, según el volumen de terreno que se tenga que excavar (medido siempre antes de la excavación), y respecto a el cuadro de precios.

El volumen se calculará a partir de las líneas teóricas de los planos y órdenes escritas por el director, partiendo de los perfiles reales del terreno. En los precios se van a incluir los medios auxiliares y operaciones que sean necesarias para realizar las excavaciones, la arena, y la retira de los productos de las excavaciones que estén afectando a la obra.

Por el contrario, no se van a abonar los trabajos y material que se empleen para evitar posibles desprendimientos, excesos de excavación y medidas para garantizar la seguridad del personal y evitar accidentes.

De igual forma tampoco serán abonados los desprendimientos, excepto en casos de fuerza mayora y cualquier negligencia por parte del contratista por no cumplir órdenes de la dirección.

Para finalizar tampoco se abonará cualquier reparación de avería y desperfecto que se produzca por motivo de lluvia o cualquier causa mayor.

3.3.2 Vaciado de tierras.

Las excavaciones serán realizadas por el Contratista según el trazado y profundidad que este determinado en los planos.

Todos los productos de los desmontes y sobrantes del relleno de las zanjas, se llevarán al lugar que el Director de Obra determine. La forma en la que se va a vaciar será por franjas horizontales de una altura no superior a 1.5 metros. Se ejecutará a mano o en caso de 3 metros será a máquina, y siempre se trabajará en direcciones no perpendiculares a los bordes con elementos estructurales y barra, dejando sin excavar 1 metro como mínimo de ancho.

Antes de proceder al vaciado, debe haber aprobado la Dirección el replanteo previamente realizado.

Las camillas de replanteo van a ser dobles en los extremos de las alineaciones y estarán separadas del borde del vaciado a un mínimo de 1 metro. También se van a establecer puntos fijos de referencia que no afecten a el vaciado, a los cuales se van a referir todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos verticales y/o horizontales de los puntos del terreno o edificaciones próximas. Dichas lecturas diarias van a ser anotadas en un estadillo para que la dirección pueda llevar el control.

En caso de que al proceder a la excavación se encontrase cualquier anomalía no prevista, como puede ser una variación en los estratos, restos de construcciones, cursos de agua subterránea, etc., deberá comunicarse a la Dirección.

El terreno deberá estar rodeado de una valla con una altura mínima de 2 metros. No se deberá acumular materiales, ni terreno de excavación a una distancia inferior de 2 metros del borde del vaciado, excepto por autorización de la Dirección de la obra.

Si se presentase algún problema de improviso, el Contratista será el que tome el mando, y deberá comunicárselo cuanto antes a la Dirección.

Cuando se alcance la cota inferior del vaciado, se procederá a una revisión general para observar cualquier lesión producida, y tomar las medidas necesarias.

No se aceptará en las condiciones siguientes:

- Dimensiones: variación de ± 10 cm y errores superiores al 2.5 %
- Altura: Mayor de 3.3 metros con medios mecánicos y mayor de 1.65 metros en medios manuales.
- Zona de protección: inferior a 1 metro.

El metro cúbico va a ser la unidad de medida de volumen excavado.

3.3.3 Rellenos.

Cualquier producto de dentro y fuera de la obra podrá ser utilizado para rellenos, siempre y cuando reúna las condiciones obligatorias.

3.4 Cimentaciones

3.4.1 Hormigones.

Para proceder a su realización se tienen que tener en cuenta las prescripciones de la Instrucción para el Proyecto y Ejecución de obras de Hormigón en Masa y Armado EHE-08.

Los hormigones que se empleen, deberán cumplir un mínimo de resistencias a los 28 días, en probetas cilíndricas de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura. En caso de no cumplir con los valores de resistencia exigidos, el Director de la obra procederá a la aplicación del artículo 66.1.

El porcentaje que se va a emplear en las relaciones máximas de agua y cemento va a ser del 60%, excepto por autorización del Técnico Encargado.

Serán en masa de 40 milímetros y en hormigones armados de 60 milímetros, los asientos máximos después de ser depositado el hormigón, pero justo antes de que se consolide.

El hormigón armado va ser revisado de forma continuada, y en caso de tener que interrumpir el trabajo y éste este sin terminar, se va a dejar la superficie lo más protegida posible, y para ello será cubierta con sacos húmedos. Cuando se vuelva a reiniciar el trabajo si la superficie no presenta síntomas de fraguado, se va a cubrir con una capa de mortero y se procederá al hormigonado. En el caso contrario, es decir, si hubiésemos encontrado la superficie fraguada, tendríamos que picarla con cepillos de alambre, humedecerla y cubrir con mortero.

Se puede utilizar ya sea para el amasado como para curar el hormigón, todas las aguas que han sido aprobadas en la práctica. En caso de que no haya antecedentes de haberse utilizado, será el Director de la Obra el que las analice.

Tanto la naturaleza como la preparación del hormigón deben cumplir con las características que se exigen. Por eso, es necesario que la forma de empleo de

éste esté garantizada por el fabricante y por tanto se hayan realizado pruebas previas.

A los hormigones se les va a realizar controles, y la frecuencia de ellos va a estar determinado por la Dirección Técnica. En caso de se necesite un reajuste de la dosis empleada, el Contratista deberá aceptar dicha modificación, aunque ello suponga una alteración de los precios.

3.4.1.1 Medición y valoración del hormigón.

Hormigón en masa: La forma en la que se va a abonar va a ser por metro cúbico al precio que se haya establecido en el presupuesto. En el presupuesto se van a incluir los medios auxiliares para la ejecución, los materiales necesarios para la construcción, y los elementos y actividades que se necesiten para la finalización del hormigón, sujetos a las condiciones del Pliego. Solo se va a abonar el hormigón que este colocado completamente.

En caso de que el hormigón se hubiese colocado de forma defectuosa, el Director podrá obligar al Contratista a que sea demolida esa parte y se reconstruya de nuevo. Este fallo va a correr a cargo del Contratista.

Hormigón armado: En este caso la forma en la que se va a abonar coincide con la anterior, es decir, por metro cúbico según lo fijado en el presupuesto. En éste se va a incluir los materiales necesarios para la construcción, armaduras, montaje, medios auxiliares y elementos y labores necesarias para su acabado.

De igual forma que en el caso anterior, solo se va a abonar el hormigón colocado.

3.4.1.2 Fabricación y puesta en obra del hormigón.

Las características de calidad que se le exigen al hormigón son las siguientes:

Dosificación del hormigón: se emplearán las mezclas de áridos que sean necesarias y cumpliendo con lo que establece la Dirección de la obra.

Si se diese el caso de que se emplean productos de adicción, el encargado de instalas dispositivos de dosificación será el contratista. Tanto los productos de adicción como los aceleradores de fraguado, solo podrán ser utilizados bajo autorización de la Dirección.

Consistencia del hormigón: El sistema utilizado para medirlo va a ser el Cono de Abrams, y su clasificación puede ser plástica, seca, fluida y blanda. Para emplear el hormigón y proceder a su cimentación, debe tener la clasificación de plástica blanda con un asiento máximo de 9 cm en cono de Abrams. Se va a medir en el momento en que vaya a ser empleada en la obra.

Resistencia del hormigón: Las resistencias que se deben presentar según el tipo de hormigón van a ser las que se establezcan en los planos del proyecto. Estas resistencias van a ser privadas a los 28 días de su fabricación.

Aditivos: está prohibido utilizar aditivos, pero si pueden emplearse impermeabilizantes siempre y cuando la Dirección Técnica lo autorice. Una vez se vaya a poner el hormigón en la obra, se va a tener en cuenta lo siguiente:

La realización del amasado podrá efectuarse de dos formas: puede ser amasado a pie de obra o de central. En el primer caso el tiempo de amasado será del orden de 1 minuto y medio, y como mínimo un minuto más tantas veces 15 segundos como fracciones de 400 litros en exceso sobre 750 litros tendrá la capacidad de la hormigonera. Está prohibido mezclar masas frescas de diferentes dosificaciones, y en el caso de que durante el amasado se produjese un falso fraguado, lo correcto sería prolongar el tiempo de amasado. En el segundo caso, en el que el amasado es de central, se trasportará mediante camiones hasta el lugar del vertido y debe cumplir lo siguiente:

- No debe superar 1 hora desde el amasado hasta la puesta en la obra.
- Durante el transporte se debe evitar que el hormigón se seque o pierda agua.
- Si una vez llegado al sitio donde se coloca el hormigón, éste presenta principios de fraguado, deberá desecharse.
- En el transcurro del transporte del hormigón a el punto de su colocación, el hormigón no debe perder compacidad y homogeneidad.
- El hormigón se debe verter de forma que no se produzcan disgregaciones y a una altura máxima de 1 metro evitando que el hormigón se desplace verticalmente cuando este ya vertida.

- El hormigón se extenderá en capas de 15-30 cm.
- Las vigas de atado van a ser hormigonadas vertiendo el amasado en los puntos convenientes.
- Las juntas de hormigonado se producen cuando una labor de hormigonado es interrumpida, en las que lo que se pretende conseguir es adherir un hormigón fresco en otro endurecido. Esta situación deberá establecerse por la Dirección de la obra, y la superficie de este hormigón deberá protegerse con sacos húmedos.

Con el fin de obtener una buena adherencia del que, si vierte posteriormente, lo que se va a hacer es limpiarla superficie del hormigón. A continuación, vamos a verter una capa de mortero de 2 cm, sobre la superficie humedecida.

El hormigón lo vamos a realizar a una temperatura de entre los 0ºC y los 40 ºC. En caso de ser necesario de hacer en otros márgenes de temperatura, deberá de estar bajo autorización de la Dirección de obra.

Una vez endurecido el hormigón, los 3 primeros días se protegerá del sol colocando sobre la superficie sacos mojados. Todas las superficies se van a mantenerse húmedas durante 8 días, ya sea por riego o inundación.

Hay que tener en cuenta que, para este riego, no se pueden utilizar tuberías de hierro que no sean galvanizadas, ya que puede contener sustancias nocivas que provoquen el fraguado del hormigón. Es por ello que se debe utilizar preferentemente mangueras de goma. La temperatura del riego no debe ser inferior a 20 ºC.

Vamos a tener en cuenta lo siguiente ante las situaciones climatológicas:

- En tiempo frío hay que prevenir la congelación.
- En tiempo caluroso hay que prevenir las grietas en el hormigón.
- En tiempo lluvioso hay que prevenir el levado del hormigón.

En caso de ser necesaria la reconstrucción de alguna parte de la superficie de hormigón, se efectuará por cuenta del contratista.

3.4.1.3 Cimentaciones.

Las características que componen los hormigones van a ser:

Tanto la arena como la grava podrán proceder de ríos, canteras y arroyos, pero no debe contener impurezas. Las dimensiones de la grava deben ser de 2 a 6 cm, y no se admitirán ni bloques ni piedra de gran tamaño.

No podrá ser utilizada ninguna clase de arena que no haya sido examinada previamente. Será preferible la arena de cuarzo sobre la caliza, al igual que serán preferibles las de superficie áspera.

La cantidad de arcilla determinada, la vamos a realizar así: cribaremos 100 cm^3 de arena con el tamiz de 5mm, estos se van a ser vertidos en una probeta de 300 cm^3 con 150 cm^3 de agua. Una vez realizado esto se agitará y posteriormente se dejará reposar 1 hora.

El volumen de arcilla deberá ser superior a 8% en las condiciones mencionadas anteriormente.

Las materias orgánicas se harán con la siguiente medida: se va a mezclar 100 cm^3 de arena con una solución sosa al 3% hasta llegar a completar los 150 cm^3. Pasadas 2 horas el líquido debe quedar incoloro o con un amarillo suave.

Las pruebas que se realicen de las arenas se harán con la siguiente medida: una parte de cemento y 3 de arena. Esto se deberá conservar en agua durante 7 días y deberá de resistir a la tracción en la romana de Michaelis un esfuerzo comprendido entre 12-14 kg/cm^2.

En caso de que la arena no resista el esfuerzo de tracción, será rechazada. Con esta prueba lo que se va a conocer es sí la cantidad de cemento debe aumentarse o reducirse.

Se prohíben los cascotes u otros elementos blandos. Y es recomendable utilizar piedra con un peso elevado.

El cemento que se debe utilizar será cualquiera de los cementos Portland de fraguado lento que estén admitidos, y con una autorización previa de la dirección de obra.

El agua que se debe utilizar tiene que ser de río o manantial, con la condición de que su mineralización no puede ser excesiva. También están prohibidas las aguas que sean muy ricas en sales carbonosas.

La mezcla del hormigón es preferible que sea realizada en hormigonera. En caso de ser realizada a mano, se debe efectuar sobre una chapa de hierro para evitar que se mezcle con la tierra.

Sumado a todo esto:

- Se debe comprobar que el terreno de cimentación coincida con el indicado.
- Una vez llegue el momento de hormigonar, se va a proceder a limpiar y nivelar la superficie, retirando las capas sueltas.
- Según la estabilidad del suelo frente a cualquier agente atmosférico, se efectuará una profundidad mínima para poder evitarlos.
- Todas las armaduras deben colocarse limpias y sin ningún resto de sustancia que perjudique el proceso.
- Durante su realización, se va a evitar cualquier carga estática o dinámica que puede llegar a producir daños en superficies ya hormigonadas previamente.
- La finalización del hormigonado se va a realizar manteniendo húmeda la superficie cimentada a través de un método como puede ser el riego directo.

3.4.2 Armaduras.

Lo que nos dé el cálculo de los diferentes elementos de cimentación va a ser la cuantía y disposición de las armaduras. Las armaduras serán dobladas en frío y a una velocidad moderada, a través de medios mecánicos. No se van a admitir aceros endurecidos por deformación en frío o que estén sometidos a tratamientos térmicos especiales.

Estarán citadas en el proyecto las características geométricas y mecánicas de las armaduras.

3.4.2.1 Protección de las armaduras.

Deberemos tener en cuenta lo siguiente, para una correcta protección de las armaduras:

- Las armaduras de las zapatas deben colocarse sobre el hormigón, y deben estar separadas 10 cm de los laterales del pozo de cimentación.
- El recubrimiento de las armaduras debe ser de 35 mm, y para ello se va a disponer de separadores que deben tener como mínimo la misma resistencia que el hormigón utilizado, y una distancia máxima de 1.5 metros entre ellos.
- Las armaduras deben colocarse limpias y sin grietas, dispuestas entre sí.
- En caso de que exista peligro de que se puedan confundir unas barras con otras, quedará prohibido el empleo de aceros de características similares.
- Las armaduras deben doblarse, según lo establecido en el proyecto.

4. Condiciones de ejecución de las obras

4.1 Condiciones Generales

Los únicos que podrán realizar actividades de reparación, montaje y mantenimiento de la estructura metálica van a ser empresas inscritas en el Registro de empresas de profesionales habilitado para ello.

La estructura metálica será instalada y montada de acuerdo con lo que está establecido en el proyecto y bajo dichas condiciones.

Antes de su montaje se debe revisar, de la misma manera que en otros sistemas constructivos los documentos del proyecto consisten en:

- Documentación técnica: planos generales, cortes, secciones, etc.
- Memoria técnica: Información sobre cualquier acción, cálculos, especificaciones de los materiales que vamos a utilizar, condiciones de ejecución y montaje.
- Pliegos.
- Mediciones.
- Presupuesto.

4.2 Proceso de Ejecución de la Obra

4.2.1 Condiciones del Emplazamiento

Una vez se cumplan los requisitos del Plan de Seguridad, se puede proceder al montaje de estructura. Para esto se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Zona de aparcamiento para vehículos y maquinaria.
- Instalaciones de grúas fijas.
- Un buen acceso y circulación dentro de la obra.
- Una correcta preparación del terreno, es decir, unas buenas condiciones del suelo.
- Cualquier zona contigua que fuese afectada por el montaje.
- Condiciones climáticas y medioambientales.

- Disponibilidad de los servicios comunes.
- Fases de hormigonado en forjados.

4.2.1.1 Programa de Montaje

El contratista va a redactar un programa de montaje que debe ser aprobado por la Dirección Facultativa. En él se ve a detallar lo siguiente:

- Descripción de las fases, tiempos de montaje, y equipos que van a ser utilizados para cada fase.
- Personal que se precisa para la ejecución de cada fase, y su cualificación.
- Elementos de protección y seguridad.
- Comprobar los niveles y alineaciones.
- Longitudes de nudos y empalmes, y las longitudes máximas de las barras.
- Condiciones obligatorias para retirar los aperos.
- Utilización de la chapa perfilada para una mayor estabilidad.

En este documento debe aparecer el montaje en blanco realizado en un taller para asegurar el ensamble de piezas, y cualquier material auxiliar que sea necesario para su construcción.

4.2.2 Alineaciones

Todas las partes de la estructura deben estar niveladas y ajustada una vez se hayan montado. Las uniones deben ejecutarse después y en caso de que vayan a ser definitivas, hay que asegurarse que la ejecución de estas no va a comprometer a ajustes posteriores.

Cuando se realice un ajuste y alineación de la estructura pueden emplearse tuercas de nivelación, forros y cuñas. Y en caso de existir un desplazamiento, éstas cuñas podrán soldarse y el material de ella será acero, siendo el espesor mínimo 4 mm, siempre y cuando se empleen en el exterior.

En caso de no poder corregir los errores por el método anterior, se deberá modificar la fabricación de las piezas. Para ello hay que prestar especialmente atención en no forzar el ajuste si ellos van a implicar un esfuerzo en las barras que no esté previsto.

4.3 Ejecución de los Elementos Estructurales

Además, también van a ser necesario que para cada elemento estructural se observen las siguientes particularidades.

4.3.1 Jácenas

Durante la realización de las jácenas se a cuidar que se cumplan las siguientes condiciones específicas:

El límite que establezca un elemento jácena será completo, sin ninguna junta. Solo se va a permitir introducir juntas cuando la luz de la jácena fuese más larga que las dimensiones de los perfiles manufacturados. Es importante que se le ponga solución a esta junta fuera de los puntos donde se concentren esfuerzos importantes.

Se debe mencionar que ésta se realizara a una distancia de una quinta parte de la luz entre los pilares de ella. Estas uniones se van a realizar según los documentos del proyecto.

En caso de que no esté detallada la solución, será el contratista el que proponga una solución que posteriormente será aprobada por la Dirección Facultativa. En caso de que el contratista se viese obligado a diseñar una nueva solución, deberá atenerse a lo siguiente:

- Por apero de otros elementos estructurales: 1/1000 de la distancia de apoyos.
- Por soporte de elementos de acabado de cubiertas: 1/300 de la distancia entre apoyos.
- Por soporte de forjados sin requerimientos específicos: 1/500 de la distancia de apoyos.
- Todas las demás condiciones tanto de conformidad como de montaje se deben establecer en apartado adecuado del pliego.

4.3.2 Pilares

Durante la ejecución de los pilares se va a cuidar que se cumplan las siguientes condiciones:

El perfil que forme el pilar debe estar aplomado a la perfección, con las desviaciones y tolerancias que se admiten en la Norma EC 3. Una vez que este colocado, nunca se va a proceder a su levantamiento cuando presente desplomes excesivos, y en este caso debe comunicarse a la Dirección Facultativa, para que ésta proponga una solución.

La unión entre cada pilar va a estar a 1/3 de altura. Estos pilares van a estar situados sobre la cimentación y apoyados sobre cuñas de acero, siendo la distancia entre ésta y la chapa base de entre 40 y 80 mm. A continuación, se colocarán vigas en el primer nivel de la estructura transversal, y seguidamente se alinearán y aplomarán.

Se debe asegurar una limpieza correcta entre la chapa de base y el cimiento, para seguidamente proceder al recatado con mortero expansivo de cemento portland y árido, de tal forma que el tamaño máximo del árido que se emplee sea superior a 1/5 de la altura establecida.

El mortero de recatado no va a ser menos resistente que el hormigón que constituye el cimiento.

Las chapas de base de los pilares que van a estar equipadas con unos taladros de diámetro máximo 40mm, son las que van a asegurar que el relleno del espacio entre la chapa y el cimiento, se realice correctamente.

En caso de que en los planos no vengan establecidas las dimensiones de dichas chapas de base, éstas se van a realizar para poder soportar tensiones superiores a los 75 kg/cm^2 a el mortero del relleno.

4.3.3 Cerchas y vigas trianguladas

En la realización de las cerchas se va a garantizar el cumplimiento de las siguientes condiciones:

Los cordones inferiores y superiores serán continuos, y para garantizar dicha continuidad, las soldaduras entre sus partes se realizarán fuera de los puntos donde se concentren los esfuerzos.

Los elementos secundarios, montantes y diagonales se van a disponer para que sus ejes coincidan en un punto, y en caso de no ser así debe figurar en los planos.

En caso de no especificar lo contrario en los planos del proyecto, los apoyos de las cerchas en sus soportes se realizarán mediante uniones articuladas. Solamente cuando el elemento rebase los 40 metros de largo, se liberará para tomar el papel de apoyo resbaladizo.

Durante el proceso de montaje se va a cuidar que se garantice la estabilidad de los elementos de referencia. Además, se utilizarán cables y elementos provisionales que el contratista se deberá informar sobre cuáles son las condiciones de estabilidad de dichos elementos.

Salvo si no se establece previamente, no se colocará ninguna viga triangulada o cercha que no esté acabada en su totalidad.

4.3.4 Correas

Para llevar a cabo la realización de las correas, se debe tener en cuenta lo siguiente:

El contratista debe tener en cuenta que las correas y elementos que constituyen el plan de cubierta son la estructura estabilizadora a torsión de las cerchas o vigas trianguladas soportantes, que observaran las prescripciones particulares. Es por esto, que cuando se procede al despuntalamiento de las cerchas, el plan de cubierta debe quedar realizado completamente.

Salvo que sea indicado en los planos, las correas serán continuas, analizando las condiciones de unión entre perfiles. Además, las correas y las cerchas deben juntarse mediante uniones soldadas, clavadas o mediante otros procedimientos aprobados por la Dirección Facultativa.

Debe colocarse algún elemento angular, cuando en las uniones entre cerchas y correas exista una cubierta inclinada con una pendiente superior al 10%. También se colocarán mecanismos que impidan que las correas se flexionen de forma lateral.

Los elementos de triangulación que estén ubicados en el plan de cubierta, van a equiparse de mecanismo para lograr su tensado. Estos rodones se van a tensar con manguitos roscados, salvo que figure lo contrario en el plano. Esa tensión que debe transmitirse a la barra, es clave para que el elemento no quede suelto. Dicha tensión, no puede superar una tracción del 10% al de su capacidad normal, excepto que figure en el plano.

4.4 Montaje del Cerramiento Exterior

4.4.1 Piezas de fachada y herramientas necesarias.

Una vez finalizado el montaje de la estructura de cubierta y de forjado de una nave, se procederá al montaje de los elementos que conforman el cerramiento de ella.

Las piezas que su utilizaran van a ser de diferentes geometrías y características según la calidad que se desee.

Las piezas que pueden ser utilizadas para el cerramiento son las siguientes:

- Pared vertical de 20 (grueso): con una altura que puede variar hasta 10.41 metros y de una anchura no superior a 2.4 metros.
- Pared horizontal de 20 (grueso): con una altura que varía hasta 2.40 metros y una anchura máxima de 6.80 metros.
- Premarcos metálicos.

Las herramientas que vamos a necesitar para colocar dichas piezas son:

- Los planos de la obra, donde figuran todas las piezas que se deben emplear, así como su posición y montaje.
- La cinta métrica para llevar a cabo cualquier comprobación.
- Herramienta para poder comprobar la plomada de las paredes.

- Una parpalina para poder desplazar las paredes.
- Escaleras, según la altura en la que se vaya a desarrollar el trabajo.
- Chapas metálicas para eliminar diferencias de niveles en el apoyo de las paredes.

4.4.2 Inicio del montaje del cerramiento.

Una vez hayan llegado las piezas, se va a proceder a verificar que todos los elementos sean los correctos. Y es que los apoyos de las paredes y de los premarcos metálicos deben corresponder con lo que se ha especificado en el proyecto, por lo que antes de su montaje hay que comprobar que su nivelación sea la correcta.

4.4.3 Pasos en el montaje de las paredes exteriores.

Los pasos que se deben llevar a cabo para un buen montaje de las paredes son todos igual, la única diferencia son las técnicas que se tienen que emplear según el tipo de pared, es decir; su medida y peso, y según como se tenga que colocar, ya sea de forma horizontal o vertical.

4.4.3.1 Montaje de paredes verticales.

Elevación: las paredes van a venir transportas de forma horizontal, por lo que necesitaremos una grúa doble para poder elevarla. Una de las grúas será la que haga la retención de la pared al girarla en posición vertical. El transporte se va a situar de forma perpendicular a la grúa para poder realizar la maniobra mejor.

Revisión de la pared: se deberá realizar una comprobación de la pared para poder colocarla en la forma correcta.

Colocación y aplomado: una vez comprobada la pared, ya se puede proceder a su colocación. Para ello se van a necesitar dos operarios, uno de ellos se va a situar con la plataforma en la parte superior donde debe colocarse, mientras que otro estará en el suelo, como base de apoyo.

Se va a utilizar una parpalina para moverla, y el operario situado en el suelo será el que coloque las chapas metálicas para eliminar las diferencias de apoyo y así poder asegurar la pared con un apoyo plano.

También deberemos comprobar la plomada de las paredes con un taquímetro, pero siempre cuando este aún colgada de la grúa.

Hay que destacar que los marcos metálicos se deben colocar antes de ubicar los paneles encima.

Fijación de la pared: cuando este la pared colocada correctamente se va a comenzar a fijarla. Para ello la pared debe fijarse al elemento prefabricado que corresponda, y eso se va realizar mediante un accesorio llamado halfen y anclado con un tornillo a la pieza resistente.

La parte superior de los paneles de la nave van a ir fijado a las jácenas a través de unos accesorios llamados juegos canal-pared y juegos riostra-pared.

Sin embargo la parte inferior de los paneles solo irá apoyada a la riostra de cimentación, ya que quedarán completamente sujetos cuando se realice el pavimento de la nave.

En caso de que los paneles superen los 8 metros y dispongan de un pilar en la parte posterior, se debe fijar al pilar para evitar deformaciones.

Descuelgue de las paredes: Cuando la pared este fijada a los elementos correspondientes, se va a proceder a desenganchar la grúa para montar el panel vertical.

4.4.3.2 Montaje de paredes horizontales.

Elevación: se va a realizar enganchando uno de los extremos de las sirgas al gancho de la grúa, colocando en el otro extremo un grillete de seguridad para cogerlo al gancho izado que hay en el panel.

Si fuesen paneles de una anchura superior a 10 metros, se debe atar una cuerda a uno de los extremos del panel para poder dirigirla con facilidad.

Revisión de la pared: Previamente a la colocación de la pared, hay que realizar una comprobación de ésta para poder colocarla de forma correcta.

Colocación y aplomado: Una vez finalizada su comprobación, se va a colocar la pared. Para ello son necesarios dos montadores que van a situarse cada uno de ellos en los extremos de la pared para colocarlo.

Para mover la pared a su situación correcta utilizaremos un parpalina, y en este caso debemos apoyar el panel a la riostra de cimentación colocando las chapas metálicas que sean necesarias para eliminar las diferencias de apoyo.

También debemos utilizar la plomada para comprobar que los paneles tienen una alineación correcta. Esto lo debemos realizar cuando se encuentre aún colgada de la grúa.

Fijación de la pared: procederemos a la fijación de la pared, cuando éste este colocada y aplomada correctamente.

Los paneles horizontales disponen de tres tipos de accesorios para fijarlos a los pilares:

- Poliestireno: este accesorio se va a utilizar en los paneles horizontales colgados para que el pilar consiga soportar el peso de la pared. Su función es básica, solo se tiene que introducir el elemento en los huecos de las piezas. Además, se colocará un poliestireno en los extremos inferiores de la pared, y posteriormente deberán ser fijados.
- Cajones: este accesorio se colocará en la parte superior del panel y junto con un tornillo vite-pared van a evitar que el panel puede volcarse al ser fijado. Para cada extremo de la pared necesitaremos dos cajones.
- Juego riostra-pared: se va a colocar en cada extremo de la pared, fijado mediante halfenes para asegurar que el panel está sujeto al pilar.

Descuelgue de las paredes: Cuando la pared ya este colocada con sus elementos correspondientes bien fijados, se va a desenganchar la grúa.

4.5 Finalización del Montaje

El penúltimo día de montaje, el encargado va a proceder a realizar un repaso para evitar cualquier desperfecto ocasionado durante el montaje. Es indispensable realizar un repaso, porque en caso de existir cualquier desperfecto, su reparación será ya prevista.

También hay que realizárselo a la posición de las correas de la cubierta, ya que tienen que soportar gran peso.

4.5.1 Reparaciones de la estructura

Cualquier reparación que sea necesaria, como pueden ser golpes o machas en piezas, serán apuntadas por el encargado para una posterior reparación. A través de esas notas, un grupo de reparadores serán los encargados de corregir esos desperfectos, los cuáles serán a cargo de la empresa constructora.

4.5.2 Sellado

Una vez se haya terminado con el montaje y las reparaciones, se comenzará a sellar las juntas exteriores. Para ello se va a utilizar una masa de poliuretano monocomponente para juntas, cuya función es la de aislar la nave del exterior, es decir, evitar filtraciones de agua y obtener una mayor temperatura en el interior de ella.

4.5.3 Montaje de la cubierta y realización del pavimento industrial

Cuando la estructura prefabricada este construida, se montará la cubierta y se procederá a la realización del pavimento industrial.

Logroño, septiembre de 2019

El alumno de la titulación de Grado en Ingeniería Mecánica

Fdo.: Cristian Bañares Santamaría

UNIVERSIDAD DE LA RIOJA

DOCUMENTO 5: PRESUPUESTO "PROYECTO NAVE INDUSTRIAL"

Alumno: CRISTIAN BAÑARES SANATAMARÍA

Tutores: ESTEBAN FRAILE GRACÍA
JAVIER FERREIRO CABELLO

SEPTIEMBRE DE 2019

Presupuesto.

- Cuadro de Precios Unitarios. MO, MT, MQ.
- Cuadro de Precios Auxiliares y Descompuestos.
- Cuadro de Precios nº1. En Letra.
- Cuadro de Precios nº2. MO, MT, MQ, RESTOS DE OBRA, COSTES INDIRECTOS.
- Presupuesto con Medición Detallada. Por capítulos.
- Resumen de Presupuesto. PEM, PEC, PCA.

Cuadro de mano de obra

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad (Horas)	Total (Euros)
1	Oficial de segunda	11,690	39,600 H	463,32
2	Peon ordinario	10,880	39,600 H	430,32
3	Oficial primera	10,710	638,145 h.	6.831,36
4	Ayudante	10,400	291,918 h.	3.033,41
5	Peón ordinario	10,240	400,071 h.	4.087,56
6	Oficial 1ª Ferrallista	10,710	135,408 h.	1.490,48
7	Ayudante- Ferrallista	10,400	135,408 h.	1.370,33
8	Oficial 1ª Cerrajero	11,440	466,478 h.	5.131,26
9	Ayudante-Cerrajero	10,560	932,956 h.	9.796,03
10	Oficial 1ª ferrallista.	21,690	32,686 h	708,99
11	Oficial 1ª encofrador.	21,690	271,084 h	5.879,84
12	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	21,690	22,778 h	493,79
13	Ayudante ferrallista.	18,110	32,953 h	598,07
14	Ayudante encofrador.	18,110	273,412 h	4.952,75
15	Ayudante estructurista, en trabajos de puesta en obra del hormigón.	18,110	91,916 h	1.664,83
			Importe total:	46.932,34

Cuadro de materiales

Nº	Designación	Importe			
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada		Total (Euros)
1	Material compl./piezas espec.	0,340	792,000	Ud	269,28
2	Pequeño material	0,710	4.664,778	ud	3.265,34
3	Hormigón HA-25/B/40/IIa central	51,340	227,308	m3	11.669,19
4	Hormigón HA-25/B/20/IIa central	50,580	511,875	m3	25.891,13
5	Alambre atar 1,30 mm.	1,200	41,329	kg	82,66
6	Acero corrugado B 500 S	1,510	8.927,021	kg	13.473,19
7	Acero laminado E 275(A 42b)	1,480	48.980,169	kg	72.304,06
8	ME 15x15 A Ø 6-6 B500T 6x2.2 (2,663 kg/m2)	2,520	4.323,750	m2	10.912,50
9	ME 15x15 A Ø 8-8 B500T 6x2.2 (4,735 kg/m2)	3,780	1.961,375	m2	7.410,00
10	Acero perfiles A-42b	1,250	3.009,600	Kg	3.762,00
11	Madera de pino en tablón	120,200	5,280	M3	634,92
12	Panel chapa prelac.galvan.40 mm.	20,040	1.269,210	m2	25.434,97
13	Tornillería y pequeño material	0,100	1.269,210	ud	126,92
14	Minio electrolítico	9,440	466,478	kg	4.198,30
15	Disolvente universal	6,440	466,478	kg	2.798,87
16	Ferralla elaborada en taller industrial con acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, de varios diámetros.	0,810	3.456,838	kg	2.800,84
17	Separador homologado para cimentaciones.	0,130	131,020	Ud	17,03
18	Separador homologado para pilares.	0,060	92,880	Ud	5,57
19	Separador homologado para vigas.	0,080	258,952	Ud	19,47
20	Separador homologado para losas de escalera.	0,080	24,360	Ud	1,95
21	Malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080.	1,350	344,619	m²	466,80
22	Bovedilla de hormigón 60x20x25 cm. Incluso piezas especiales.	0,600	1.879,740	Ud	1.127,84
23	Semivigueta armada con zapatilla de hormigón, Lmedia = <4 m, según UNE-EN 15037-1.	2,890	224,316	m	648,51
24	Semivigueta armada con zapatilla de hormigón, Lmedia = 4/5 m, según UNE-EN 15037-1.	3,190	135,341	m	432,34
25	Madera de pino.	238,160	1,011	m³	239,41
26	Agente filmógeno para el curado de hormigones y morteros.	1,940	46,994	l	90,85
27	Agente desmoldeante, a base de aceites especiales, emulsionable en agua para encofrados metálicos, fenólicos o de madera.	1,980	13,212	l	26,43
28	Tablero de madera tratada, de 22 mm de espesor, reforzado con varillas y perfiles.	37,500	14,510	m²	544,21
29	Chapa metálica de 50x50 cm, para encofrado de pilares de hormigón armado de sección rectangular o cuadrada, de hasta 3 m de altura, incluso accesorios de montaje.	48,000	2,477	m²	118,68
30	Estructura soporte para encofrado recuperable, compuesta de: sopandas metálicas y accesorios de montaje.	85,000	2,319	m²	198,69
31	Sistema de encofrado para formación de peldañeado en losas inclinadas de escalera de hormigón armado, con puntales y tableros de madera.	17,400	1,624	m²	28,26
32	Berenjeno de PVC, de varias dimensiones y 2500 mm de longitud.	0,350	138,082	Ud	48,50
33	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 mm de diámetro.	1,100	29,575	kg	31,00
34	Puntas de acero de 20x100 mm.	7,000	13,488	kg	94,41
35	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en central.	69,190	72,832	m³	5.039,14
36	Hormigón HA-25/P/20/IIa, fabricado en central.	65,590	1,356	m³	88,91
37	Hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabricado en central.	59,400	4,090	m³	243,05
38	Tablón de madera de pino, de 20x7,2 cm.	4,390	6,090	m	26,71

Cuadro de materiales

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
39	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 m de altura.	13,370	9,737 Ud	129,46
			Importe total:	194.701,39

Cuadro de maquinaria

Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad	Total (Euros)
1	Excav.hidr.neumáticos 144 CV	45,580	43,418 h.	1.978,60
2	Pala carg.neumát. 155 CV/2,5m3	43,300	67,200 h.	2.912,00
3	Camión basculante 6x4 20 t.	32,360	31,013 h.	1.002,74
4	Canon de tierra a vertedero	0,260	206,750 m3	53,76
5	Vibrador hormigón gasolina 75 mm	2,250	53,727 h.	121,92
			Importe total:	6.069,02

Cuadro de precios auxiliares

Nº	Designación	Importe (Euros)

1 kg de Acero corrugado B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes. Según EHE.

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad	
O01OB030	h.	Oficial 1ª Ferrallista	10,710	0,010	0,11
O01OB040	h.	Ayudante- Ferrallista	10,400	0,010	0,10
P03AC200	kg	Acero corrugado B 500 S	1,510	1,080	1,63
P03AA020	kg	Alambre atar 1,30 mm.	1,200	0,005	0,01
				Importe:	1,850

2 m2 de Malla electrosoldada en cuadrícula 15x15 cm. con acero corrugado de Ø 6 mm. B 500 T, de dimensiones 6x2,2 m. Totalmente colocado en obra, i/p.p. de alambre de atar. Según normas EF-96 y EHE.

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad	
O01OB030	h.	Oficial 1ª Ferrallista	10,710	0,008	0,09
O01OB040	h.	Ayudante- Ferrallista	10,400	0,008	0,08
P03AM030	m2	ME 15x15 A Ø 6-6 B500T 6x2.2 (2…	2,520	1,153	2,91
				Importe:	3,080

3 m2 de Malla electrosoldada en cuadrícula 15x15 cm. con acero corrugado de Ø 8 mm. B 500 T, de dimensiones 6x2,2 m. Totalmente colocado en obra, i/p.p. de alambre de atar. Según normas EF-96 y EHE.

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad	
O01OB030	h.	Oficial 1ª Ferrallista	10,710	0,014	0,15
O01OB040	h.	Ayudante- Ferrallista	10,400	0,014	0,15
P03AM040	m2	ME 15x15 A Ø 8-8 B500T 6x2.2 (4…	3,780	1,207	4,56
				Importe:	4,860

4 m3 de Hormigón para armar HA-25/B/40/IIa, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx.40, ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso encamillado de pilares y muros, vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocación. Según normas EHE.

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad	
O01OA030	h.	Oficial primera	10,710	0,260	2,78
O01OA070	h.	Peón ordinario	10,240	0,260	2,66
M10HV220	h.	Vibrador hormigón gasolina 75 mm	2,250	0,260	0,59
P01HC390	m3	Hormigón HA-25/B/40/IIa central	51,340	1,100	56,47
				Importe:	62,500

5 m3 de Hormigón para armar HA-25/B/20/IIa, de 25 N/mm2.,consistencia blanda, Tmáx. 20 mm, ambiente humedad alta, de central, i/vertido, colocado y p.p. de vibrado regleado y curado en soleras. Según EHE.

Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad	
O01OA030	h.	Oficial primera	10,710	0,600	6,43
O01OA070	h.	Peón ordinario	10,240	0,600	6,14
P01HC400	m3	Hormigón HA-25/B/20/IIa central	50,580	1,050	53,11
				Importe:	65,680

Nº	Código	Ud	Descripción				Total
			1 A CTUACIONES PREVIAS				
1.1	E02EAM020	**m2**	**Retirada y apilado de capa de tierra vegetal superficial, por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxilares.**				
	O01OA070		0,005	h.	Peón ordinario	10,240	0,05
	M05PN020		0,012	h.	Pala carg.neumát. 155 CV/2,5m3	43,300	0,52
			3,000	%	Costes indirectos	0,570	0,02
					Precio total por m2		**0,59**

Son cincuenta y nueve céntimos

Nº	Código	Ud	Descripción				Total
			2 MOVIMIENTO DE TIERRAS				
2.1	E02EZW040	**m3**	**Excavación en zanjas, en terrenos de consistencia dura, por medios mecánicos, con carga directa sobre camión basculante, incluso transporte de tierras a vertedero, a una distancia menor de 10 km. considerando ida y vuelta, incluso canon de vertido y con p.p. de medios auxiliares.**				
	O01OA070		0,125	h.	Peón ordinario	10,240	1,28
	M05EN040		0,210	h.	Excav.hidr.neumáticos 144 CV	45,580	9,57
	M07CB030		0,150	h.	Camión basculante 6x4 20 t.	32,360	4,85
	M07N060		1,000	m3	Canon de tierra a vertedero	0,260	0,26
			3,000	%	Costes indirectos	15,960	0,48
					Precio total por m3		**16,44**

Son dieciseis Euros con cuarenta y cuatro céntimos

Nº	Código	Ud	Descripción			Total

3 CIMENTACIONES

3.1 ZAPATAS DE PILARES

3.1.1 E04CA020 **m3** **Hormigón armado HA-25/B/40/IIa, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 40 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según EHE.**

E04CM070	1,000	m3	HORM. HA-25/B/40/IIa CIM. V.MANUAL	62,500	62,50
E04AB020	40,000	kg	ACERO CORRUGADO B 500 S	1,850	74,00
	3,000	%	Costes indirectos	136,500	4,10
			Precio total por m3		**140,60**

Son ciento cuarenta Euros con sesenta céntimos

3.2 VIGAS DE ATADO ENTRE ZAPATAS

3.2.1 E04CA020 **m3** **Hormigón armado HA-25/B/40/IIa, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 40 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según EHE.**

E04CM070	1,000	m3	HORM. HA-25/B/40/IIa CIM. V.MANUAL	62,500	62,50
E04AB020	40,000	kg	ACERO CORRUGADO B 500 S	1,850	74,00
	3,000	%	Costes indirectos	136,500	4,10
			Precio total por m3		**140,60**

Son ciento cuarenta Euros con sesenta céntimos

3.3 SOLERA INTERNA DE LA NAVE

3.3.1 E04SA020 **m2** **Solera de hormigón armado de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, de central, i/vertido, curado, colocación y armado con # 15x15/8, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado.**

E04SE070	0,150	m3	HORMIGÓN HA-25/B/20/IIa EN SOLERA	65,680	9,85
E04AM090	1,300	m2	ME 15x15 A Ø 8-8 B500T 6x2,2	4,860	6,32
	3,000	%	Costes indirectos	16,170	0,49
			Precio total por m2		**16,66**

Son dieciseis Euros con sesenta y seis céntimos

3.4 SOLERA DE PATIO EXTERIOR

3.4.1 E04SA010 **m2** **Solera de hormigón armado de 10 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, de central, i/vertido, curado, colocación y armado con # 15x15/6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado.**

E04SE070	0,100	m3	HORMIGÓN HA-25/B/20/IIa EN SOLERA	65,680	6,57
E04AM060	1,250	m2	ME 15x15 A Ø 6-6 B500T 6x2,2	3,080	3,85
	3,000	%	Costes indirectos	10,420	0,31
			Precio total por m2		**10,73**

Son diez Euros con setenta y tres céntimos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total

4 ESTRUCTURA

4.1 E05AA010 **kg** **Acero laminado E 275(A 42b), en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado y colocado.**

O01OB130	0,010 h.	Oficial 1ª Cerrajero	11,440	0,11
O01OB140	0,020 h.	Ayudante-Cerrajero	10,560	0,21
P03AL010	1,050 kg	Acero laminado E 275(A 42b)	1,480	1,55
P24OU050	0,010 kg	Minio electrolítico	9,440	0,09
P24WD010	0,010 kg	Disolvente universal	6,440	0,06
P01DW090	0,100 ud	Pequeño material	0,710	0,07
	3,000 %	Costes indirectos	2,090	0,06

Precio total por kg 2,15

Son dos Euros con quince céntimos

Nº	Código	Ud	Descripción				Total
			5 CERRAMIENTOS				
			5.1 CERRAMIENTO SUPERIOR				
5.1.1	E07IMP023	**m2**	**Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, prelacada la cara exterior y galvanizada la cara interior de 0,5 mm. con núcleo de poliestireno expandido de 20 kg/m3. con un espesor de 40 mm., clasificado M-1 en su reacción al fuego, colocado sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, tapajuntas, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, medida en verdadera magnitud.**				
	O01OA030		0,230	h.	Oficial primera	10,710	2,46
	O01OA050		0,230	h.	Ayudante	10,400	2,39
	P05CS013		1,000	m2	Panel chapa prelac.galvan.40 mm.	20,040	20,04
	P05CW010		1,000	ud	Tornillería y pequeño material	0,100	0,10
			3,000	%	Costes indirectos	24,990	0,75
					Precio total por m2		**25,74**

Son veinticinco Euros con setenta y cuatro céntimos

Nº	Código	Ud	Descripción			Total

6 OFICINAS

6.1 CIMENTACIONES

6.1.1 REGULARIZACIÓN

6.1.1.1 HORMIGÓN DE LIMPIEZA

6.1.1.1.1 CRL030 **m²** **Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.**

mt10hmf011fb	0,105	m³	Hormigón de limpieza HL-150/B/20, fabr…	59,400	6,24
mo045	0,009	h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de p…	21,690	0,20
mo092	0,017	h	Ayudante estructurista, en trabajos de p…	18,110	0,31
%	2,000	%	Costes directos complementarios	6,750	0,14
	3,000	%	Costes indirectos	6,890	0,21

Precio total por m² 7,10

Son siete Euros con diez céntimos

6.1.2 SUPERFICIALES

6.1.2.1 ZAPATAS

6.1.2.1.1 CSZ030 **m³** **Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 32 kg/m³. Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar y separadores.**

mt07aco020a	8,000	Ud	Separador homologado para cimentacio…	0,130	1,04
mt07aco010c	31,980	kg	Ferralla elaborada en taller industrial co…	0,810	25,90
mt08var050	0,128	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 …	1,100	0,14
mt10haf010…	1,100	m³	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en …	69,190	76,11
mo043	0,059	h	Oficial 1ª ferrallista.	21,690	1,28
mo090	0,088	h	Ayudante ferrallista.	18,110	1,59
mo045	0,057	h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de p…	21,690	1,24
mo092	0,517	h	Ayudante estructurista, en trabajos de p…	18,110	9,36
%	2,000	%	Costes directos complementarios	116,660	2,33
	3,000	%	Costes indirectos	118,990	3,57

Precio total por m³ 122,56

Son ciento veintidos Euros con cincuenta y seis céntimos

6.1.3 ARRIOSTRAMIENTOS

6.1.3.1 VIGAS ENTRE ZAPATAS

6.1.3.1.1 CAV030 **m³** **Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 57 kg/m³. Incluso alambre de atar y separadores.**

mt07aco020a	10,000	Ud	Separador homologado para cimentacio…	0,130	1,30
mt07aco010c	57,018	kg	Ferralla elaborada en taller industrial co…	0,810	46,18
mt08var050	0,456	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 …	1,100	0,50
mt10haf010…	1,050	m³	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en …	69,190	72,65
mo043	0,208	h	Oficial 1ª ferrallista.	21,690	4,51
mo090	0,208	h	Ayudante ferrallista.	18,110	3,77
mo045	0,103	h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de p…	21,690	2,23
mo092	0,411	h	Ayudante estructurista, en trabajos de p…	18,110	7,44
%	2,000	%	Costes directos complementarios	138,580	2,77
	3,000	%	Costes indirectos	141,350	4,24

Precio total por m³ 145,59

Son ciento cuarenta y cinco Euros con cincuenta y nueve céntimos

6.2 ESTRUCTURA

6.2.1 HORMIGÓN ARMADO

6.2.1.1 ESCALERAS

Nº	Código	Ud	Descripción			Total
6.2.1.1.1 EHE015		**m²**	**Montaje y desmontaje de sistema de encofrado para formación de losa de escalera de hormigón armado, con acabado tipo industrial para revestir en su cara inferior y laterales, con peldañeado de hormigón, en planta de hasta 3 m de altura libre, formado por: superficie encofrante de tablones de madera de pino, amortizables en 10 usos; estructura soporte horizontal de tablones de madera de pino, amortizables en 10 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos. Incluso líquido desencofrante para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.**			
	mt50spa052b	0,750	m	Tablón de madera de pino, de 20x7,2 cm.	4,390	3,29
	mt08eve020	0,200	m²	Sistema de encofrado para formación d…	17,400	3,48
	mt50spa081a	0,016	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 …	13,370	0,21
	mt08cim030b	0,003	m³	Madera de pino.	238,160	0,71
	mt08var060	0,040	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	7,000	0,28
	mt08dba010b	0,030	l	Agente desmoldeante, a base de aceite…	1,980	0,06
	mo044	0,970	h	Oficial 1ª encofrador.	21,690	21,04
	mo091	0,970	h	Ayudante encofrador.	18,110	17,57
	%	2,000	%	Costes directos complementarios	46,640	0,93
		3,000	%	Costes indirectos	47,570	1,43
				Precio total por m²		**49,00**
						Son cuarenta y nueve Euros
6.2.1.1.2 EHE030		**m²**	**Losa de escalera de hormigón armado de 15 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/P/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 21,3053 kg/m². Incluso alambre de atar y separadores.**			
	mt07aco020f	3,000	Ud	Separador homologado para losas de e…	0,080	0,24
	mt07aco010c	21,305	kg	Ferralla elaborada en taller industrial co…	0,810	17,26
	mt08var050	0,320	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 …	1,100	0,35
	mt10haf010…	0,167	m³	Hormigón HA-25/P/20/IIa, fabricado en …	65,590	10,95
	mo043	0,365	h	Oficial 1ª ferrallista.	21,690	7,92
	mo090	0,365	h	Ayudante ferrallista.	18,110	6,61
	mo045	0,044	h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de p…	21,690	0,95
	mo092	0,179	h	Ayudante estructurista, en trabajos de p…	18,110	3,24
	%	2,000	%	Costes directos complementarios	47,520	0,95
		3,000	%	Costes indirectos	48,470	1,45
				Precio total por m²		**49,92**
						Son cuarenta y nueve Euros con noventa y dos céntimos
			6.2.1.2 PILARES			
6.2.1.2.1 EHS012		**m²**	**Montaje y desmontaje de sistema de encofrado reutilizable para formación de pilar rectangular o cuadrado de hormigón armado, con acabado tipo industrial para revestir en planta de hasta 3 m de altura libre, formado por: superficie encofrante de chapas metálicas, amortizables en 50 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos. Incluso berenjenos y líquido desencofrante para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.**			
	mt08eup010a	0,024	m²	Chapa metálica de 50x50 cm, para enc…	48,000	1,15
	mt50spa081a	0,007	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 …	13,370	0,09
	mt08var040a	1,338	Ud	Berenjeno de PVC, de varias dimension…	0,350	0,47
	mt08dba010b	0,030	l	Agente desmoldeante, a base de aceite…	1,980	0,06
	mo044	0,413	h	Oficial 1ª encofrador.	21,690	8,96
	mo091	0,472	h	Ayudante encofrador.	18,110	8,55
	%	2,000	%	Costes directos complementarios	19,280	0,39
		3,000	%	Costes indirectos	19,670	0,59
				Precio total por m²		**20,26**
						Son veinte Euros con veintiseis céntimos

Nº	Código	Ud	Descripción			Total
6.2.1.2.2	EHS020	**m³**	**Pilar de sección rectangular o cuadrada de hormigón armado, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 88,4 kg/m³. Incluso alambre de atar y separadores.**			
	mt07aco020b	12,000 Ud	Separador homologado para pilares.	0,060		0,72
	mt07aco010c	88,403 kg	Ferralla elaborada en taller industrial co…	0,810		71,61
	mt08var050	0,442 kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 …	1,100		0,49
	mt10haf010…	1,050 m³	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en …	69,190		72,65
	mo043	0,572 h	Oficial 1ª ferrallista.	21,690		12,41
	mo090	0,572 h	Ayudante ferrallista.	18,110		10,36
	mo045	0,416 h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de p…	21,690		9,02
	mo092	1,676 h	Ayudante estructurista, en trabajos de p…	18,110		30,35
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	207,610		4,15
		3,000 %	Costes indirectos	211,760		6,35
			Precio total por m³			**218,11**

Son doscientos dieciocho Euros con once céntimos

6.2.1.3 VIGAS

6.2.1.3.1	EHV011	**m²**	**Montaje y desmontaje de sistema de encofrado para formación de viga descolgada, recta, de hormigón armado, con acabado tipo industrial para revestir en planta de hasta 3 m de altura libre, formado por: superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, amortizables en 25 usos; estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje, amortizables en 150 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos. Incluso líquido desencofrante para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.**			
	mt08eft030a	0,046 m²	Tablero de madera tratada, de 22 mm d…	37,500		1,73
	mt08eva030	0,008 m²	Estructura soporte para encofrado recu…	85,000		0,68
	mt50spa081a	0,027 Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 …	13,370		0,36
	mt08cim030b	0,003 m³	Madera de pino.	238,160		0,71
	mt08var060	0,040 kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	7,000		0,28
	mt08dba010b	0,030 l	Agente desmoldeante, a base de aceite…	1,980		0,06
	mo044	0,578 h	Oficial 1ª encofrador.	21,690		12,54
	mo091	0,578 h	Ayudante encofrador.	18,110		10,47
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	26,830		0,54
		3,000 %	Costes indirectos	27,370		0,82
			Precio total por m²			**28,19**

Son veintiocho Euros con diecinueve céntimos

6.2.1.3.2	EHV030	**m³**	**Viga de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 68,3 kg/m³. Incluso alambre de atar y separadores.**			
	mt07aco020c	4,000 Ud	Separador homologado para vigas.	0,080		0,32
	mt07aco010c	68,269 kg	Ferralla elaborada en taller industrial co…	0,810		55,30
	mt08var050	0,615 kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 …	1,100		0,68
	mt10haf010…	1,050 m³	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en …	69,190		72,65
	mo043	0,632 h	Oficial 1ª ferrallista.	21,690		13,71
	mo090	0,632 h	Ayudante ferrallista.	18,110		11,45
	mo045	0,393 h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de p…	21,690		8,52
	mo092	1,583 h	Ayudante estructurista, en trabajos de p…	18,110		28,67
	%	2,000 %	Costes directos complementarios	191,300		3,83
		3,000 %	Costes indirectos	195,130		5,85
			Precio total por m³			**200,98**

Son doscientos Euros con noventa y ocho céntimos

6.2.1.4 FORJADOS UNIDIRECCIONALES

Nº	Código	Ud	Descripción			Total
6.2.1.4.1	EHU030	**m²**	**Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, con un volumen total de hormigón en forjado y vigas de 0,14 m³/m², y acero UNE-EN 10080 B 500 S, en zona de paños, vigas y zunchos, cuantía 5,9 kg/m², constituida por: FORJADO UNIDIRECCIONAL: horizontal, de canto 30 cm, intereje de 72 cm; montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo, con acabado tipo industrial para revestir, formado por: superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, amortizables en 25 usos, estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje, amortizables en 150 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos; semivigueta armada con zapatilla de hormigón 25+5; bovedilla de hormigón; capa de compresión de 5 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; vigas planas; altura libre de planta de hasta 3 m. Incluso agente filmógeno para el curado de hormigones y morteros.**			
	mt08eft030a	0,044	m²	Tablero de madera tratada, de 22 mm d…	37,500	1,65
	mt08eva030	0,007	m²	Estructura soporte para encofrado recu…	85,000	0,60
	mt50spa081a	0,027	Ud	Puntal metálico telescópico, de hasta 3 …	13,370	0,36
	mt08cim030b	0,003	m³	Madera de pino.	238,160	0,71
	mt08var060	0,040	kg	Puntas de acero de 20x100 mm.	7,000	0,28
	mt08dba010b	0,030	l	Agente desmoldeante, a base de aceite…	1,980	0,06
	mt07bho011…	6,000	Ud	Bovedilla de hormigón 60x20x25 cm. In…	0,600	3,60
	mt07var010a	0,716	m	Semivigueta armada con zapatilla de ho…	2,890	2,07
	mt07var010b	0,432	m	Semivigueta armada con zapatilla de ho…	3,190	1,38
	mt07aco020c	0,800	Ud	Separador homologado para vigas.	0,080	0,06
	mt07aco010c	5,861	kg	Ferralla elaborada en taller industrial co…	0,810	4,75
	mt08var050	0,059	kg	Alambre galvanizado para atar, de 1,30 …	1,100	0,06
	mt07ame010d	1,100	m²	Malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B…	1,350	1,49
	mt10haf010…	0,148	m³	Hormigón HA-25/B/20/IIa, fabricado en …	69,190	10,24
	mt08cur020a	0,150	l	Agente filmógeno para el curado de hor…	1,940	0,29
	mo044	0,675	h	Oficial 1ª encofrador.	21,690	14,64
	mo091	0,663	h	Ayudante encofrador.	18,110	12,01
	mo043	0,071	h	Oficial 1ª ferrallista.	21,690	1,54
	mo090	0,071	h	Ayudante ferrallista.	18,110	1,29
	mo045	0,054	h	Oficial 1ª estructurista, en trabajos de p…	21,690	1,17
	mo092	0,212	h	Ayudante estructurista, en trabajos de p…	18,110	3,84
	%	2,000	%	Costes directos complementarios	62,090	1,24
		3,000	%	Costes indirectos	63,330	1,90
				Precio total por m²		**65,23**

Son sesenta y cinco Euros con veintitres céntimos

Nº	Código	Ud	Descripción				Total
			7 VALLADO PERIMETRAL				
7.1	E3339	**Ml**	**Valla de cierre de obra , de dos metros de altura, compuesta por pies derechos metálicos hincados directamente sobre el terreno, colocados a 2,5 m de separación y cierre de paños ciegos con madera en tablones pintados exteriormente con pintura plástica de intemperie, incluso p.p. de portones de entrada-salida de camiones y maquinaria y puerta de acceso de personal.**				
	O0105		0,300	H	Oficial de segunda	11,690	3,51
	O0108		0,300	H	Peon ordinario	10,880	3,26
	P0506		22,800	Kg	Acero perfiles A-42b	1,250	28,50
	P0557		0,040	M3	Madera de pino en tablón	120,200	4,81
	P0122		6,000	Ud	Material compl./piezas espec.	0,340	2,04
	%10		3,000	%	Costes indirectos	42,120	1,26
			3,000	%	Costes indirectos	43,380	1,30
					Precio total por Ml		**44,68**

Son cuarenta y cuatro Euros con sesenta y ocho céntimos

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
	1 A CTUACIONES PREVIAS		
1.1	m2 Retirada y apilado de capa de tierra vegetal superficial, por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxilares.	0,59	CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
	2 MOVIMIENTO DE TIERRAS		
2.1	m3 Excavación en zanjas, en terrenos de consistencia dura, por medios mecánicos, con carga directa sobre camión basculante, incluso transporte de tierras a vertedero, a una distancia menor de 10 km. considerando ida y vuelta, incluso canon de vertido y con p.p. de medios auxiliares.	16,44	DIECISEIS EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
	3 CIMENTACIONES		
	3.1 ZAPATAS DE PILARES		
3.1.1	m3 Hormigón armado HA-25/B/40/IIa, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 40 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según EHE.	140,60	CIENTO CUARENTA EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS
	3.2 VIGAS DE ATADO ENTRE ZAPATAS		
3.2.1	m3 Hormigón armado HA-25/B/40/IIa, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 40 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según EHE.	140,60	CIENTO CUARENTA EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS
	3.3 SOLERA INTERNA DE LA NAVE		
3.3.1	m2 Solera de hormigón armado de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, de central, i/vertido, curado, colocación y armado con # 15x15/8, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado.	16,66	DIECISEIS EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS
	3.4 SOLERA DE PATIO EXTERIOR		
3.4.1	m2 Solera de hormigón armado de 10 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, de central, i/vertido, curado, colocación y armado con # 15x15/6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado.	10,73	DIEZ EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS
	4 ESTRUCTURA		
4.1	kg Acero laminado E 275(A 42b), en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado y colocado.	2,15	DOS EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS
	5 CERRAMIENTOS		
	5.1 CERRAMIENTO SUPERIOR		

Cuadro de precios nº 1			
Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
5.1.1	m2 Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, prelacada la cara exterior y galvanizada la cara interior de 0,5 mm. con núcleo de poliestireno expandido de 20 kg/m3. con un espesor de 40 mm., clasificado M-1 en su reacción al fuego, colocado sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, tapajuntas, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, medida en verdadera magnitud.	25,74	VEINTICINCO EUROS CON SETENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
	5.2 CERRAMIENTO VERTICAL		
5.3	m2 Tabicón de bloques de hormigón celular armado de 62,5x50x10 cm. de 500 kg/m3. de densidad nominal, recibido con cemento cola, i/replanteo, nivelación, replanteo, dinteles, jambas, roturas, limpieza y medios auxiliares, deduciendo huecos superiores a 2 m2.	20,79	VEINTE EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
	6 OFICINAS		
	6.1 CIMENTACIONES		
	6.1.1 REGULARIZACIÓN		
	6.1.1.1 HORMIGÓN DE LIMPIEZA		
6.1.1.1.1	m² Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.	7,10	SIETE EUROS CON DIEZ CÉNTIMOS
	6.1.2 SUPERFICIALES		
	6.1.2.1 ZAPATAS		
6.1.2.1.1	m³ Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 32 kg/m³. Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar y separadores.	122,56	CIENTO VEINTIDOS EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS
	6.1.3 ARRIOSTRAMIENTOS		
	6.1.3.1 VIGAS ENTRE ZAPATAS		
6.1.3.1.1	m³ Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 57 kg/m³. Incluso alambre de atar y separadores.	145,59	CIENTO CUARENTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
	6.2 ESTRUCTURA		
	6.2.1 HORMIGÓN ARMADO		
	6.2.1.1 ESCALERAS		

Nº	Designación	Importe En cifra (Euros)	Importe En letra (Euros)
6.2.1.1.1	m² Montaje y desmontaje de sistema de encofrado para formación de losa de escalera de hormigón armado, con acabado tipo industrial para revestir en su cara inferior y laterales, con peldañeado de hormigón, en planta de hasta 3 m de altura libre, formado por: superficie encofrante de tablones de madera de pino, amortizables en 10 usos; estructura soporte horizontal de tablones de madera de pino, amortizables en 10 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos. Incluso líquido desencofrante para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.	49,00	CUARENTA Y NUEVE EUROS
6.2.1.1.2	m² Losa de escalera de hormigón armado de 15 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/P/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 21,3053 kg/m². Incluso alambre de atar y separadores.	49,92	CUARENTA Y NUEVE EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS
	6.2.1.2 PILARES		
6.2.1.2.1	m² Montaje y desmontaje de sistema de encofrado reutilizable para formación de pilar rectangular o cuadrado de hormigón armado, con acabado tipo industrial para revestir en planta de hasta 3 m de altura libre, formado por: superficie encofrante de chapas metálicas, amortizables en 50 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos. Incluso berenjenos y líquido desencofrante para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.	20,26	VEINTE EUROS CON VEINTISEIS CÉNTIMOS
6.2.1.2.2	m³ Pilar de sección rectangular o cuadrada de hormigón armado, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 88,4 kg/m³. Incluso alambre de atar y separadores.	218,11	DOSCIENTOS DIECIOCHO EUROS CON ONCE CÉNTIMOS
	6.2.1.3 VIGAS		
6.2.1.3.1	m² Montaje y desmontaje de sistema de encofrado para formación de viga descolgada, recta, de hormigón armado, con acabado tipo industrial para revestir en planta de hasta 3 m de altura libre, formado por: superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, amortizables en 25 usos; estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje, amortizables en 150 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos. Incluso líquido desencofrante para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.	28,19	VEINTIOCHO EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS
6.2.1.3.2	m³ Viga de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 68,3 kg/m³. Incluso alambre de atar y separadores.	200,98	DOSCIENTOS EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS
	6.2.1.4 FORJADOS UNIDIRECCIONALES		

Cuadro de precios nº 1			
Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
6.2.1.4.1	m² Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, con un volumen total de hormigón en forjado y vigas de 0,14 m³/m², y acero UNE-EN 10080 B 500 S, en zona de paños, vigas y zunchos, cuantía 5,9 kg/m², constituida por: FORJADO UNIDIRECCIONAL: horizontal, de canto 30 cm, intereje de 72 cm; montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo, con acabado tipo industrial para revestir, formado por: superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, amortizables en 25 usos, estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje, amortizables en 150 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos; semivigueta armada con zapatilla de hormigón 25+5; bovedilla de hormigón; capa de compresión de 5 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; vigas planas; altura libre de planta de hasta 3 m. Incluso agente filmógeno para el curado de hormigones y morteros.	65,23	SESENTA Y CINCO EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS
	7 VALLADO PERIMETRAL		
7.1	Ml Valla de cierre de obra , de dos metros de altura, compuesta por pies derechos metálicos hincados directamente sobre el terreno, colocados a 2,5 m de separación y cierre de paños ciegos con madera en tablones pintados exteriormente con pintura plástica de intemperie, incluso p.p. de portones de entrada-salida de camiones y maquinaria y puerta de acceso de personal.	44,68	CUARENTA Y CUATRO EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe Parcial (Euros)	Importe Total (Euros)
	1 A CTUACIONES PREVIAS		
1.1	m2 Retirada y apilado de capa de tierra vegetal superficial, por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxilares.		
	Mano de obra	*0,05*	
	Maquinaria	*0,52*	
	3 % Costes indirectos	*0,02*	
			0,59
	2 MOVIMIENTO DE TIERRAS		
2.1	m3 Excavación en zanjas, en terrenos de consistencia dura, por medios mecánicos, con carga directa sobre camión basculante, incluso transporte de tierras a vertedero, a una distancia menor de 10 km. considerando ida y vuelta, incluso canon de vertido y con p.p. de medios auxiliares.		
	Mano de obra	*1,28*	
	Maquinaria	*14,68*	
	3 % Costes indirectos	*0,48*	
			16,44
	3 CIMENTACIONES		
	3.1 ZAPATAS DE PILARES		
3.1.1	m3 Hormigón armado HA-25/B/40/IIa, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 40 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según EHE.		
	Mano de obra	*13,84*	
	Maquinaria	*0,59*	
	Materiales	*122,07*	
	3 % Costes indirectos	*4,10*	
			140,60
	3.2 VIGAS DE ATADO ENTRE ZAPATAS		
3.2.1	m3 Hormigón armado HA-25/B/40/IIa, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 40 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según EHE.		
	Mano de obra	*13,84*	
	Maquinaria	*0,59*	
	Materiales	*122,07*	
	3 % Costes indirectos	*4,10*	
			140,60
	3.3 SOLERA INTERNA DE LA NAVE		
3.3.1	m2 Solera de hormigón armado de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, de central, i/vertido, curado, colocación y armado con # 15x15/8, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado.		
	Mano de obra	*2,29*	
	Materiales	*13,90*	
	3 % Costes indirectos	*0,49*	
			16,66
	3.4 SOLERA DE PATIO EXTERIOR		
3.4.1	m2 Solera de hormigón armado de 10 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, de central, i/vertido, curado, colocación y armado con # 15x15/6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado.		
	Mano de obra	*1,46*	
	Materiales	*8,95*	
	3 % Costes indirectos	*0,31*	
			10,73
	4 ESTRUCTURA		

Nº	Designación	Importe Parcial (Euros)	Importe Total (Euros)
4.1	kg Acero laminado E 275(A 42b), en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado y colocado.		
	Mano de obra	*0,32*	
	Materiales	*1,77*	
	3 % Costes indirectos	*0,06*	
			2,15
	5 CERRAMIENTOS		
	5.1 CERRAMIENTO SUPERIOR		
5.1.1	m2 Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, prelacada la cara exterior y galvanizada la cara interior de 0,5 mm. con núcleo de poliestireno expandido de 20 kg/m3. con un espesor de 40 mm., clasificado M-1 en su reacción al fuego, colocado sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, tapajuntas, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, medida en verdadera magnitud.		
	Mano de obra	*4,85*	
	Materiales	*20,14*	
	3 % Costes indirectos	*0,75*	
			25,74
	5.2 CERRAMIENTO VERTICAL		
5.3	m2 Tabicón de bloques de hormigón celular armado de 62,5x50x10 cm. de 500 kg/m3. de densidad nominal, recibido con cemento cola, i/replanteo, nivelación, replanteo, dinteles, jambas, roturas, limpieza y medios auxiliares, deduciendo huecos superiores a 2 m2.		
	Mano de obra	*3,16*	
	Materiales	*17,02*	
	3 % Costes indirectos	*0,61*	
			20,79
	6 OFICINAS		
	6.1 CIMENTACIONES		
	6.1.1 REGULARIZACIÓN		
	6.1.1.1 HORMIGÓN DE LIMPIEZA		
6.1.1.1.1	m² Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.		
	Mano de obra	*0,51*	
	Materiales	*6,24*	
	Medios auxiliares	*0,14*	
	3 % Costes indirectos	*0,21*	
			7,10
	6.1.2 SUPERFICIALES		
	6.1.2.1 ZAPATAS		
6.1.2.1.1	m³ Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 32 kg/m³. Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar y separadores.		
	Mano de obra	*13,47*	
	Materiales	*103,19*	
	Medios auxiliares	*2,33*	
	3 % Costes indirectos	*3,57*	
			122,56
	6.1.3 ARRIOSTRAMIENTOS		
	6.1.3.1 VIGAS ENTRE ZAPATAS		

Nº	Designación	Importe Parcial (Euros)	Importe Total (Euros)
6.1.3.1.1	m³ Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 57 kg/m³. Incluso alambre de atar y separadores.		
	Mano de obra	*17,95*	
	Materiales	*120,63*	
	Medios auxiliares	*2,77*	
	3 % Costes indirectos	*4,24*	
			145,59
	6.2 ESTRUCTURA		
	6.2.1 HORMIGÓN ARMADO		
	6.2.1.1 ESCALERAS		
6.2.1.1.1	m² Montaje y desmontaje de sistema de encofrado para formación de losa de escalera de hormigón armado, con acabado tipo industrial para revestir en su cara inferior y laterales, con peldañeado de hormigón, en planta de hasta 3 m de altura libre, formado por: superficie encofrante de tablones de madera de pino, amortizables en 10 usos; estructura soporte horizontal de tablones de madera de pino, amortizables en 10 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos. Incluso líquido desencofrante para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.		
	Mano de obra	*38,61*	
	Materiales	*8,03*	
	Medios auxiliares	*0,93*	
	3 % Costes indirectos	*1,43*	
			49,00
6.2.1.1.2	m² Losa de escalera de hormigón armado de 15 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/P/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 21,3053 kg/m². Incluso alambre de atar y separadores.		
	Mano de obra	*18,72*	
	Materiales	*28,80*	
	Medios auxiliares	*0,95*	
	3 % Costes indirectos	*1,45*	
			49,92
	6.2.1.2 PILARES		
6.2.1.2.1	m² Montaje y desmontaje de sistema de encofrado reutilizable para formación de pilar rectangular o cuadrado de hormigón armado, con acabado tipo industrial para revestir en planta de hasta 3 m de altura libre, formado por: superficie encofrante de chapas metálicas, amortizables en 50 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos. Incluso berenjenos y líquido desencofrante para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.		
	Mano de obra	*17,51*	
	Materiales	*1,77*	
	Medios auxiliares	*0,39*	
	3 % Costes indirectos	*0,59*	
			20,26
6.2.1.2.2	m³ Pilar de sección rectangular o cuadrada de hormigón armado, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 88,4 kg/m³. Incluso alambre de atar y separadores.		
	Mano de obra	*62,14*	
	Materiales	*145,47*	
	Medios auxiliares	*4,15*	
	3 % Costes indirectos	*6,35*	
			218,11
	6.2.1.3 VIGAS		

Nº	Designación	Importe Parcial (Euros)	Importe Total (Euros)
6.2.1.3.1	m² Montaje y desmontaje de sistema de encofrado para formación de viga descolgada, recta, de hormigón armado, con acabado tipo industrial para revestir en planta de hasta 3 m de altura libre, formado por: superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, amortizables en 25 usos; estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje, amortizables en 150 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos. Incluso líquido desencofrante para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.		
	Mano de obra	*23,01*	
	Materiales	*3,82*	
	Medios auxiliares	*0,54*	
	3 % Costes indirectos	*0,82*	
			28,19
6.2.1.3.2	m³ Viga de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 68,3 kg/m³. Incluso alambre de atar y separadores.		
	Mano de obra	*62,35*	
	Materiales	*128,95*	
	Medios auxiliares	*3,83*	
	3 % Costes indirectos	*5,85*	
			200,98
	6.2.1.4 FORJADOS UNIDIRECCIONALES		
6.2.1.4.1	m² Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, con un volumen total de hormigón en forjado y vigas de 0,14 m³/m², y acero UNE-EN 10080 B 500 S, en zona de paños, vigas y zunchos, cuantía 5,9 kg/m², constituida por: FORJADO UNIDIRECCIONAL: horizontal, de canto 30 cm, intereje de 72 cm; montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo, con acabado tipo industrial para revestir, formado por: superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, amortizables en 25 usos, estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje, amortizables en 150 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos; semivigueta armada con zapatilla de hormigón 25+5; bovedilla de hormigón; capa de compresión de 5 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; vigas planas; altura libre de planta de hasta 3 m. Incluso agente filmógeno para el curado de hormigones y morteros.		
	Mano de obra	*34,49*	
	Materiales	*27,60*	
	Medios auxiliares	*1,24*	
	3 % Costes indirectos	*1,90*	
			65,23
	7 VALLADO PERIMETRAL		
7.1	Ml Valla de cierre de obra , de dos metros de altura, compuesta por pies derechos metálicos hincados directamente sobre el terreno, colocados a 2,5 m de separación y cierre de paños ciegos con madera en tablones pintados exteriormente con pintura plástica de intemperie, incluso p.p. de portones de entrada-salida de camiones y maquinaria y puerta de acceso de personal.		
	Mano de obra	*6,77*	
	Materiales	*35,35*	
	Medios auxiliares	*1,26*	
	3 % Costes indirectos	*1,30*	
			44,68

PRESUPUESTO Y MEDICION

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 1 A CTUACIONES PREVIAS

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.1	**M2. Retirada y apilado de capa de tierra vegetal superficial, por medios mecánicos, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxilares.**							
						5.600,000	0,59	3.304,00

Total presupuesto parcial nº 1 ... 3.304,00

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.1	**M3. Excavación en zanjas, en terrenos de consistencia dura, por medios mecánicos, con carga directa sobre camión basculante, incluso transporte de tierras a vertedero, a una distancia menor de 10 km. considerando ida y vuelta, incluso canon de vertido y con p.p. de medios auxiliares.**					206,750	16,44	3.398,97

Total presupuesto parcial nº 2 ... 3.398,97

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 3 CIMENTACIONES

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.1 ZAPATAS DE PILARES								
3.1.1	**M3. Hormigón armado HA-25/B/40/IIa, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 40 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según EHE.**					193,164	140,60	27.158,86
3.2 VIGAS DE ATADO ENTRE ZAPATAS								
3.2.1	**M3. Hormigón armado HA-25/B/40/IIa, de 25 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 40 mm., para ambiente humedad alta, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso armadura (40 kg/m3.), vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según EHE.**					13,480	140,60	1.895,29
3.3 SOLERA INTERNA DE LA NAVE								
3.3.1	**M2. Solera de hormigón armado de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, de central, i/vertido, curado, colocación y armado con # 15x15/8, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado.**					1.250,000	16,66	20.825,00
3.4 SOLERA DE PATIO EXTERIOR								
3.4.1	**M2. Solera de hormigón armado de 10 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa, de central, i/vertido, curado, colocación y armado con # 15x15/6, p.p. de juntas, aserrado de las mismas y fratasado.**					3.000,000	10,73	32.190,00

Total presupuesto parcial nº 3 ... 82.069,15

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 4 ESTRUCTURA

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
4.1	**Kg. Acero laminado E 275(A 42b), en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, totalmente montado y colocado.**					46.647,780	2,15	100.292,73

Total presupuesto parcial nº 4 ... 100.292,73

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 5 CERRAMIENTOS

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
5.1 CERRAMIENTO SUPERIOR								
5.1.1	**M2. Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, prelacada la cara exterior y galvanizada la cara interior de 0,5 mm. con núcleo de poliestireno expandido de 20 kg/m3. con un espesor de 40 mm., clasificado M-1 en su reacción al fuego, colocado sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, tapajuntas, accesorios de fijación, juntas de estanqueidad, medios auxiliares y elementos de seguridad, medida en verdadera magnitud.**							
						1.269,210	25,74	32.669,47
5.2 CERRAMIENTO VERTICAL								
5.3	**M2. Tabicón de bloques de hormigón celular armado de 62,5x50x10 cm. de 500 kg/m3. de densidad nominal, recibido con cemento cola, i/replanteo, nivelación, replanteo, dinteles, jambas, roturas, limpieza y medios auxiliares, deduciendo huecos superiores a 2 m2.**							
						0,000	20,79	0,00

Total presupuesto parcial nº 5 ... 32.669,47

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 6 OFICINAS

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	6.1 CIMENTACIONES							
	6.1.1 REGULARIZACIÓN							
	6.1.1.1 HORMIGÓN DE LIMPIEZA							
6.1.1.1.1	**M². Capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, de hormigón HL-150/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.**							
	P1	1	1,440			1,440		
	P2	1	1,440			1,440		
	P3	1	1,000			1,000		
	P4	1	1,000			1,000		
	P5	1	1,690			1,690		
	P6	1	1,960			1,960		
	P7	1	1,440			1,440		
	P8	1	1,210			1,210		
	P9	1	1,960			1,960		
	P10	1	2,560			2,560		
	P11	1	1,690			1,690		
	P12	1	1,690			1,690		
	P13	1	1,440			1,440		
	P14	1	1,690			1,690		
	P15	1	1,210			1,210		
	P16	1	1,210			1,210		
	C.1 [P4 - P8]	1	1,080			1,080		
	C.1 [P3 - P4]	1	0,980			0,980		
	C.1 [P8 - P12]	1	1,020			1,020		
	C.1 [P12 - P16]	1	1,520			1,520		
	C.1 [P15 - P16]	1	0,940			0,940		
	C.1 [P14 - P15]	1	1,020			1,020		
	CB.3.1 [P13 - P14]	1	1,620			1,620		
	CB.2.1 [P9 - P13]	1	1,480			1,480		
	C.1 [P5 - P9]	1	0,960			0,960		
	C.1 [P1 - P5]	1	1,000			1,000		
	C.1 [P1 - P2]	1	1,640			1,640		
	C.1 [P2 - P3]	1	1,060			1,060		
						38,950	7,10	276,55
	6.1.2 SUPERFICIALES							
	6.1.2.1 ZAPATAS							
6.1.2.1.1	**M³. Zapata de cimentación de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 32 kg/m³. Incluso armaduras de espera del pilar, alambre de atar y separadores.**							
	P1	1	1,200	1,200	0,400	0,576		
	P2	1	1,200	1,200	0,400	0,576		
	P3	1	1,000	1,000	0,400	0,400		
	P4	1	1,000	1,000	0,400	0,400		
	P5	1	1,300	1,300	0,400	0,676		
	P6	1	1,400	1,400	0,300	0,588		
	P7	1	1,200	1,200	0,300	0,432		
	P8	1	1,100	1,100	0,400	0,484		
	P9	1	1,400	1,400	0,400	0,784		
	P10	1	1,600	1,600	0,350	0,896		
	P11	1	1,300	1,300	0,300	0,507		
	P12	1	1,300	1,300	0,400	0,676		
	P13	1	1,200	1,200	0,400	0,576		
	P14	1	1,300	1,300	0,400	0,676		
	P15	1	1,100	1,100	0,400	0,484		
	P16	1	1,100	1,100	0,400	0,484		
						9,215	122,56	1.129,39
	6.1.3 ARRIOSTRAMIENTOS							
	6.1.3.1 VIGAS ENTRE ZAPATAS							

Suma y sigue ... 1.405,94

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 6 OFICINAS

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
6.1.3.1.1	**M³. Viga de atado de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 57 kg/m³. Incluso alambre de atar y separadores.**							
	C.1 [P4 - P8]	1	0,430			0,430		
	C.1 [P3 - P4]	1	0,390			0,390		
	C.1 [P8 - P12]	1	0,410			0,410		
	C.1 [P12 - P16]	1	0,610			0,610		
	C.1 [P15 - P16]	1	0,380			0,380		
	C.1 [P14 - P15]	1	0,410			0,410		
	CB.3.1 [P13 - P14]	1	0,650			0,650		
	CB.2.1 [P9 - P13]	1	0,590			0,590		
	C.1 [P5 - P9]	1	0,380			0,380		
	C.1 [P1 - P5]	1	0,400			0,400		
	C.1 [P1 - P2]	1	0,660			0,660		
	C.1 [P2 - P3]	1	0,420			0,420		
						5,730	145,59	834,23
	6.2 ESTRUCTURA							
	6.2.1 HORMIGÓN ARMADO							
	6.2.1.1 ESCALERAS							
6.2.1.1.1	**M². Montaje y desmontaje de sistema de encofrado para formación de losa de escalera de hormigón armado, con acabado tipo industrial para revestir en su cara inferior y laterales, con peldañeado de hormigón, en planta de hasta 3 m de altura libre, formado por: superficie encofrante de tablones de madera de pino, amortizables en 10 usos; estructura soporte horizontal de tablones de madera de pino, amortizables en 10 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos. Incluso líquido desencofrante para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.**							
	Escalera 1 - Tramo 1	1	8,120			8,120		
						8,120	49,00	397,88
6.2.1.1.2	**M². Losa de escalera de hormigón armado de 15 cm de espesor, realizada con hormigón HA-25/P/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 21,3053 kg/m². Incluso alambre de atar y separadores.**							
	Escalera 1 - Tramo 1	1	8,120			8,120		
						8,120	49,92	405,35
	6.2.1.2 PILARES							
6.2.1.2.1	**M². Montaje y desmontaje de sistema de encofrado reutilizable para formación de pilar rectangular o cuadrado de hormigón armado, con acabado tipo industrial para revestir en planta de hasta 3 m de altura libre, formado por: superficie encofrante de chapas metálicas, amortizables en 50 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos. Incluso berenjenos y líquido desencofrante para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.**							
	P1, P2, P3, P4, P6, P7, P8, P10, P11, P12, P15 y P16 (Cimentación)	12	3,240			38,880		
	P5 (Cimentación)	1	3,240			3,240		
	P9 (Cimentación)	1	3,240			3,240		
	P13 y P14 (Cimentación)	2	3,120			6,240		
	P1, P2, P3, P4, P6, P7, P8, P10, P11, P12, P15 y P16 (Techo Planta Baja)	12	3,240			38,880		
	P5 (Techo Planta Baja)	1	3,240			3,240		
	P9 (Techo Planta Baja)	1	3,240			3,240		
	P13 y P14 (Techo Planta Baja)	2	3,120			6,240		
						103,200	20,26	2.090,83

Suma y sigue ... 5.134,23

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 6 OFICINAS

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
6.2.1.2.2	**M³. Pilar de sección rectangular o cuadrada de hormigón armado, realizado con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 88,4 kg/m³. Incluso alambre de atar y separadores.**							
	P1, P2, P3, P4, P6, P7, P8, P10, P11, P12, P15 y P16 (Cimentación)	12	0,300	0,300	2,700	2,916		
	P5 (Cimentación)	1	0,300	0,300	2,700	0,243		
	P9 (Cimentación)	1	0,300	0,300	2,700	0,243		
	P13 y P14 (Cimentación)	2	0,300	0,300	2,600	0,468		
	P1, P2, P3, P4, P6, P7, P8, P10, P11, P12, P15 y P16 (Techo Planta Baja)	12	0,300	0,300	2,700	2,916		
	P5 (Techo Planta Baja)	1	0,300	0,300	2,700	0,243		
	P9 (Techo Planta Baja)	1	0,300	0,300	2,700	0,243		
	P13 y P14 (Techo Planta Baja)	2	0,300	0,300	2,600	0,468		
						7,740	218,11	1.688,17
6.2.1.3 VIGAS								
6.2.1.3.1	**M². Montaje y desmontaje de sistema de encofrado para formación de viga descolgada, recta, de hormigón armado, con acabado tipo industrial para revestir en planta de hasta 3 m de altura libre, formado por: superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, amortizables en 25 usos; estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje, amortizables en 150 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos. Incluso líquido desencofrante para evitar la adherencia del hormigón al encofrado.**							
	Techo Planta Baja - Pórtico 1 - 3(P9-P13)	1	3,670			3,670		
	Techo Planta Baja - Pórtico 8 - 1(P13-P14)	1	4,770			4,770		
	Cubierta - Pórtico 1 - 3(P9-P13)	1	2,990			2,990		
	Cubierta - Pórtico 8 - 1(P13-P14)	1	4,340			4,340		
						15,770	28,19	444,56
6.2.1.3.2	**M³. Viga de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, y acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía aproximada de 68,3 kg/m³. Incluso alambre de atar y separadores.**							
	Techo Planta Baja - Pórtico 1 - 3(P9-P13)	1	0,390			0,390		
	Techo Planta Baja - Pórtico 8 - 1(P13-P14)	1	0,650			0,650		
	Cubierta - Pórtico 1 - 3(P9-P13)	1	0,390			0,390		
	Cubierta - Pórtico 8 - 1(P13-P14)	1	0,650			0,650		
						2,080	200,98	418,04
6.2.1.4 FORJADOS UNIDIRECCIONALES								
6.2.1.4.1	**M². Estructura de hormigón armado, realizada con hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central y vertido con cubilote, con un volumen total de hormigón en forjado y vigas de 0,14 m³/m², y acero UNE-EN 10080 B 500 S, en zona de paños, vigas y zunchos, cuantía 5,9 kg/m², constituida por: FORJADO UNIDIRECCIONAL: horizontal, de canto 30 cm, intereje de 72 cm; montaje y desmontaje de sistema de encofrado continuo, con acabado tipo industrial para revestir, formado por: superficie encofrante de tableros de madera tratada, reforzados con varillas y perfiles, amortizables en 25 usos, estructura soporte horizontal de sopandas metálicas y accesorios de montaje, amortizables en 150 usos y estructura soporte vertical de puntales metálicos, amortizables en 150 usos; semivigueta armada con zapatilla de hormigón 25+5; bovedilla de hormigón; capa de compresión de 5 cm de espesor, con armadura de reparto formada por malla electrosoldada ME 20x20 Ø 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; vigas planas; altura libre de planta de hasta 3 m. Incluso agente filmógeno para el curado de hormigones y morteros.**							
	Techo Planta Baja	1	152,280			152,280		
	Cubierta	1	161,010			161,010		
						313,290	65,23	20.435,91

Total presupuesto parcial nº 6 ... 28.120,91

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 7 VALLADO PERIMETRAL

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
7.1	**Ml. Valla de cierre de obra , de dos metros de altura, compuesta por pies derechos metálicos hincados directamente sobre el terreno, colocados a 2,5 m de separación y cierre de paños ciegos con madera en tablones pintados exteriormente con pintura plástica de intemperie, incluso p.p. de portones de entrada-salida de camiones y maquinaria y puerta de acceso de personal.**					132,000	44,68	5.897,76

Total presupuesto parcial nº 7 ... 5.897,76

RESUMEN POR CAPITULOS

CAPITULO A CTUACIONES PREVIAS	3.304,00
CAPITULO MOVIMIENTO DE TIERRAS	3.398,97
CAPITULO CIMENTACIONES	82.069,15
CAPITULO ESTRUCTURA	100.292,73
CAPITULO CERRAMIENTOS	32.669,47
CAPITULO OFICINAS	28.120,91
CAPITULO VALLADO PERIMETRAL	5.897,76
REDONDEO.....	
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL.....	255.752,99

EL PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL ASCIENDE A LAS EXPRESADAS DOSCIENTOS CINCUENTA Y CINCO MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y DOS EUROS CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

Proyecto: Nave Industrial

Capítulo	Importe
Capítulo 1 A CTUACIONES PREVIAS	3.304,00
Capítulo 2 MOVIMIENTO DE TIERRAS	3.398,97
Capítulo 3 CIMENTACIONES	82.069,15
Capítulo 3.1 ZAPATAS DE PILARES	27.158,86
Capítulo 3.2 VIGAS DE ATADO ENTRE ZAPATAS	1.895,29
Capítulo 3.3 SOLERA INTERNA DE LA NAVE	20.825,00
Capítulo 3.4 SOLERA DE PATIO EXTERIOR	32.190,00
Capítulo 4 ESTRUCTURA	100.292,73
Capítulo 5 CERRAMIENTOS	32.669,47
Capítulo 5.1 CERRAMIENTO SUPERIOR	32.669,47
Capítulo 6 OFICINAS	28.120,91
Capítulo 6.1 CIMENTACIONES	2.240,17
Capítulo 6.1.1 REGULARIZACIÓN	276,55
Capítulo 6.1.1.1 HORMIGÓN DE LIMPIEZA	276,55
Capítulo 6.1.2 SUPERFICIALES	1.129,39
Capítulo 6.1.2.1 ZAPATAS	1.129,39
Capítulo 6.1.3 ARRIOSTRAMIENTOS	834,23
Capítulo 6.1.3.1 VIGAS ENTRE ZAPATAS	834,23
Capítulo 6.2 ESTRUCTURA	25.880,74
Capítulo 6.2.1 HORMIGÓN ARMADO	25.880,74
Capítulo 6.2.1.1 ESCALERAS	803,23
Capítulo 6.2.1.2 PILARES	3.779,00
Capítulo 6.2.1.3 VIGAS	862,60
Capítulo 6.2.1.4 FORJADOS UNIDIRECCIONALES	20.435,91
Capítulo 7 VALLADO PERIMETRAL	5.897,76
Presupuesto de ejecución material	255.752,99
13% de gastos generales	33.247,89
6% de beneficio industrial	15.345,18
Suma	304.346,06
21% IVA	63.912,67
Presupuesto de ejecución por contrata	368.258,73

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de TRESCIENTOS SESENTA Y OCHO MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS.